Hyg.
o
111 eb

Handbuch

der

Praktischen Gewerbehygiene

mit besonderer Berücksichtigung der

Unfallverhütung

Handbuch

der

Praktischen Gewerbehygiene

mit besonderer Berücksichtigung der

Unfallverhütung

Unter Mitwirkung von

E. Clausfen,
Königl. Gewerbe-Inspektor,
Nienburg a. W.

G. Evert,
Königl. Reg.-Rat und Mitglied
des Königl. Statist. Bureaus,
Berlin

Prof. K. Hartmann,
Kaiserl. Reg.-Rat und ständigem
Mitglied des Reichs-
Versicherungsamts, Berlin

E. Krumbhorn,
Königl. Gewerbe-Inspektor,
Elbing

W. Oppermann,
Königl. komm. Regierungs- und
Gewerbe-Rat, Posen

R. Platz,
Kaiserl. Reg.-Rat und ständigem
Mitglied des Reichs-
Versicherungsamts, Berlin

Dr. Th. Sommerfeld,
Prakt. Arzt, Berlin

C. Specht,
Beauftr. der Nordöstl. Eisen- und
Stahl-Berufsgenossenschaft,
Berlin

Dr. M. Sprenger,
Königl. Reg.- und Gewerbe-Rat,
Berlin

Dr. A. Villaret,
Königl. Oberstabsarzt I. Kl. und
Garnison-Arzt, Spandau

herausgegeben von

Dr. H. Albrecht
Gr.-Lichterfelde

Mit 756 Figuren.

Berlin, 1896
Robert Oppenheim (Gustav Schmidt)

Alle Rechte vorbehalten.

KÖNIGL. BAYER. BIBLIOTHEK BAMBERG

Klischees von Meisenbach, Riffarth & Co. in Berlin. — Druck von Oscar Brandstetter in Leipzig.
Papier von Ferd. Flinsch in Berlin.

Vorwort.

Der Gedanke, im Verein mit befreundeten Fachmännern den Versuch einer umfassenden Darstellung aller derjenigen Einrichtungen zu unternehmen, welche nach dem heutigen Stande der Technik in Fabrikbetrieben zum Schutze von Leben und Gesundheit der Arbeiter durchführbar sind, ist durch die Betrachtung der vorhandenen Litteratur über diesen Gegenstand angeregt worden. Die Mehrzahl der hygienischen Hand- und Lehrbücher streift die technische Seite der Fabrikhygiene nur ganz nebenher. Dies gilt sogar von denjenigen Bearbeitungen, welche speziell die Gewerbehygiene zum Gegenstand haben, ganz abgesehen davon, dass die letzteren durchweg in wesentlichen Teilen veraltet sind. Ein Handbuch der Gewerbehygiene, welches, den heutigen Anschauungen entsprechend, dem Techniker als Leitfaden dienen könnte, giebt es zur Zeit nicht.

Andererseits ist das Bedürfnis nach einem solchen Handbuche unleugbar vorhanden. Die Vermehrung der staatlichen Fabrikaufsichtsbeamten hat einen grösseren Andrang von jüngeren Kräften zu dieser Berufsstellung herbeigeführt, für die eine derartige Anleitung dringendes Erfordernis geworden ist. Ähnlich verhält es sich mit den berufsgenossenschaftlichen Beamten, denen die Aufsicht über die Durchführung der Unfallverhütungsvorschriften obliegt. Diesen Kreisen einen Leitfaden in die Hand zu geben, der sie in gedrängter Darstellung in die wichtigsten Grundsätze der Fabrikhygiene einführt, hat in erster Linie in der Absicht des Herausgebers gelegen.

Der Interessentenkreis für ein derartiges Unternehmen ist indessen noch weiter gezogen. Die Anforderungen, welche die heutige Gewerbegesetzgebung an ihn stellt, macht es auch dem Betriebsunternehmer wünschenswert, sich über die wichtigsten Grundsätze der Fabrikhygiene zu unterrichten, um an der Hand der hiervon gewonnenen Kenntnis seine Maassnahmen zu treffen.

Die hiermit gegebenen Gesichtspunkte führten naturgemäss darauf hin, dem Buche einen vorwiegend praktischen Charakter zu geben. Es soll dem Techniker, bezw. dem Fabrikleiter die Möglichkeit gewähren, an seiner Hand diejenigen Einrichtungen und Vorkehrungen anzuordnen, bezw. durchzuführen, welche nach dem heutigen Stande der Technik nach dieser Richtung durchführbar sind.

Nicht in letzter Linie wird aber auch dem Arzt, der sich mit gewerbehygienischen Fragen beschäftigt, insbesondere dem Fabrikarzt und dem Medizinalbeamten, eine Darstellung willkommen sein, welche ihn in Ergänzung der hygienischen Lehrbücher mit den praktischen Maassnahmen bekannt macht, die zur Durchführung der theoretischen Forderungen getroffen werden können, welche die wissenschaftliche Hygiene in Bezug auf die Einrichtung von Fabriken stellt.

Durch den hiermit im wesentlichen umschriebenen Zweck des Buches waren auch die Gesichtspunkte für die richtige Begrenzung des Themas gegeben. Es war erforderlich, demselben einen auch für den Nichtarzt verständlichen, kurzen Abriss der Grundsätze vorauszuschicken, welche die wissenschaftliche Hygiene für den Gesundheitsschutz der Arbeiter aufstellt. Das Hauptgewicht ist alsdann auf die technische Seite der Frage gelegt worden, wie man den Arbeiter vor den gesundheitlichen Schädigungen des Fabrikbetriebes wirksam schützt. Es erschien zweckmässig, auch die wichtigsten Kapitel der Unfallverhütung einzubeziehen, doch musste hier, um den Umfang des Buches nicht allzusehr anschwellen zu lassen, von einem Eingehen auf die speziellen Arbeitsmethoden abgesehen werden. Es haben daher die Einrichtungen zur Unfallverhütung nur insoweit Berücksichtigung gefunden, als sie — wie die Schutzvorrichtungen an Dampfkesseln und Motoren, Transmissionen und Hebezeugen, die Maassnahmen zur Verhütung von Feuersgefahr — allen Fabrikbetrieben gemeinsam sind, oder — wie die Schutzbrillen, die Maassnahmen gegen Explosionen, Verbrennungen und Verätzungen und ähnliche — für bestimmte grössere Gruppen von Betrieben allgemein in Betracht kommen. Die Frage der Vermeidung von Gefahren und Belästigungen der Umgebung von Fabrikbetrieben, die im weiteren Sinne mit unter den Begriff der Gewerbehygiene fällt, hat in den betreffenden Abschnitten angemessene Berücksichtigung gefunden. In einem Anhang ist eine kurze Zusammenfassung der heute in Deutschland geltenden gesetzlichen Bestimmungen zum Schutze der Arbeiter gegen die Gefahren des Fabrikbetriebes gegeben.

Die Bewältigung eines so umfangreichen und vielgestaltigen Materials ist nur möglich gewesen durch das aufopferungsvolle Zusammenarbeiten einer Reihe von Fachmännern, deren jedem einzelnen für das bereit-

willige Eingehen auf den vom Herausgeber entworfenen Grundplan des Werkes und für das immer liebenswürdige Sichanpassen an die äussere Form und die innere Gestaltung der gemeinschaftlichen Arbeit meinen Dank auch an dieser Stelle auszusprechen, mir ein tiefgefühltes Bedürfnis ist.

Dem keine pekuniären Opfer scheuenden Entgegenkommen der Verlagsbuchhandlung ist es zu danken, dass die äussere Ausstattung des Werkes weitgehenden Ansprüchen gerecht wird. Dies gilt insbesondere von den zahlreichen Illustrationen, die ohne Ausnahme für das Werk neu gezeichnet sind.

Gross-Lichterfelde, im Dezember 1895.

Dr. H. Albrecht.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung . 1

I. Teil: Wesen und Bedeutung der durch den Gewerbebetrieb bedingten Schädlichkeiten . 13

I. Abschnitt: Gesundheitsschädigende Einflüsse beim Gewerbebetrieb, von Oberstabsarzt Dr. A. Villaret 15

A. Die Einwirkung der Luft des Arbeitsraums auf den Arbeiter 16

a) Die Atmung und der Blutkreislauf des Menschen 16

b) Die Notwendigkeit der Lüftung geschlossener, dem Menschen zum Aufenthalt dienender Räume 20

c) Der Maassstab für die Beurteilung der chemischen Reinheit der Luft in geschlossenen, Menschen zum längeren Aufenthalt dienenden Räumen 22

d) Die unvermeidlichen Quellen der chemischen Verunreinigung der Atemluft in den, Menschen zum Aufenthalt dienenden Räumen 24

e) Luftbedarf und Ventilation 33

B. Schädigung der Arbeiter durch Atmen in mechanisch verunreinigter Luft 37

a) Staub und Atmung im allgemeinen 37

b) Der Zimmer- und Strassenstaub in der Lunge 41

c) Der Staub beim Gewerbebetrieb 43

d) Pathologische Anatomie der Staubwirkung auf die Lunge 45

C. Staubkrankheit und Tuberkulose 57

D. Der mechanisch wirkende Staub in den verschiedenen Industrieen . . 65

a) Nicht verletzend wirkende Staubarten 66

b) In geringerem Grade reizend wirkender Staub 66

1. Animalischer Staub . 66

2. Vegetabilischer Staub . 68

3. Mineralischer Staub . 73

c) In jeder einigermaassen erheblichen Quantität verletzende Staubarten 74

1. Organischer Staub . 74

2. Anorganischer Staub . 75

E. Durch Einatmung oder Verschlucken chemisch wirkender Staub . . . 88

F. Gesundheitsschädigung durch Einatmen gasförmiger Produkte 101

G. Erkrankung infolge von Parasiten, bezw. Übertragung von parasitären Mikroorganismen . 122

H. Äussere Krankheiten und Schädigungen infolge der Arbeit 126

II. Abschnitt: Wesen und Bedeutung des Betriebsunfalls, von Dr. H. Albrecht . 139

Seite

II. Teil: Verhütung der durch den Aufenthalt in den Arbeitsräumen und durch den Arbeitsprozess bedingten Schädlichkeiten 157

III. Abschnitt: Bau und bauliche Einrichtungen von Fabriken und Werkstätten, von komm. Reg. und Gewerberat W. Oppermann 159

A. Allgemeine Gesichtspunkte hinsichtlich der Lage und Anordnung der Baulichkeiten . 159
a) Höhe der Gebäude . 164
b) Gestaltung des Grundrisses 166
c) Entfernung zwischen den Gebäuden 170
d) Arbeitsstätten im Freien. Fabrikhöfe 174

B. Raumverhältnis in Bezug auf die Zahl der beschäftigten Arbeiter . 177
a) Grösse des Luft- und Flächenraums für jeden beschäftigten Arbeiter 177
b) Rechnerische Ermittelung des Luftraumes 182

C. Konstruktion und Material der einzelnen Gebäudeteile 190
a) Wände . 190
b) Decken und Fussböden 200
c) Bedachung . 210

D. Bauliche Einrichtungen zur Vermittelung des Verkehrs 223
a) Treppen, Rampen und Aufzüge 223
b) Thüren, Thore und Luken 235
c) Gänge und Fahrbahnen 241
d) Galerieen, Podeste, Lauf- und Verbindungsbrücken 244

E. Beleuchtung . 245
a) Tagesbeleuchtung . 245
b) Künstliche Beleuchtung 255

F. Feuersicherheit im allgemeinen 285
a) Feuerschutz durch Umhüllung, Anstrich und Imprägnierung . . . 285
b) Feuerlöschmittel und Rettungsmittel bei Feuersgefahr 288
c) Allgemeine, zur Sicherung gegen Feuersgefahr erlassene Vorschriften 300

IV. Abschnitt: Heizung und Lüftung der Arbeitsräume, von Regierungsrat Prof. K. Hartmann 307

A. Heizung . 308
a) Wärmebedarf der Arbeitsräume 308
b) Arten der Heizungseinrichtungen 311
c) Regulierung der Heizungsanlagen 332
d) Feuerungseinrichtungen, Rauchverhütung 335

B. Lüftung . 338
a) Maass und Grenze des Luftwechsels, natürliche und künstliche Lüftung . 338
b) Arten der Lüftungseinrichtungen; Benutzung des vorhandenen oder künstlich verstärkten Auftriebs und der äusseren Windströmungen; Verwendung von Gebläsen; Beispiele ausgeführter Anlagen . . . 341
c) Regulierung und Prüfung der Lüftungsanlagen 366
d) Vorkehrungen zur Einführung reiner Luft in die Arbeitsräume; Reinigung der Luft durch Filter 369
e) Befeuchtung und Trocknung der Luft 373

Anhang: Kühlung der Arbeitsräume 385

Seite

V. Abschnitt: Verhütung der Einatmung von Staub, von Dr. H. Albrecht . . . 391
A. Unschädlichmachung des in die Umgebung des Arbeiters gelangten Staubes . . . 392
B. Verhütung des Eintritts von Staub in die Umgebung des Arbeiters . 396
a) Transport von Materialien . . . 400
b) Verpacken trockener, pulverförmiger Materialien . . . 400
c) Sortieren und Reinigen von Materialien . . . 403
d) Mechanische Zerkleinerung von Materialien . . . 407
e) Sieben und Mischen von Materialien . . . 417
f) Spezielle Arbeitsverrichtungen, bei denen Staubentwickelung in erheblichem Umfange stattfindet . . . 418
C. Unschädlichmachung des Staubes für die Umgebung . . . 424
Anhang: Staubexplosionen . . . 439

VI. Abschnitt: Die zur Fabrik gehörigen Nebenanlagen, von Dr. H. Albrecht . . . 447
A. Abortanlagen . . . 447
a) Anordnung des Abortraumes und der Abortsitze . . . 449
b) Die verschiedenen Systeme von Abortanlagen. Lüftung der Aborte 452
B. Umkleideräume, Wasch- und Badeeinrichtungen . . . 459
C. Aufenthaltsräume für die Arbeitspausen. Speisewärm- und Kochvorrichtungen . . . 475

VII. Abschnitt: Persönliche Ausrüstung des Arbeiters, von Dr. H. Albrecht . . . 488
A. Arbeitskleidung . . . 488
B. Schutzbrillen und Schutzmasken . . . 490
C. Respiratoren . . . 497

III. Teil: Verhütung der durch den Maschinenbetrieb bedingten Unfälle . 505

VIII. Abschnitt: Kessel und Motor, von Gewerbeinspektor Claussen . 507
A. Dampfkessel . . . 507
a) Verhütung der infolge Wassermangels entstehenden Dampfkesselexplosionen . . . 509
b) Verhütung zu hoher Dampfspannung im Kessel . . . 528
c) Verhütung von Explosionen infolge Abnutzung, mangelhaften Materials, mangelhafter Konstruktion, Kesselsteinbildung und anderer Ursachen . . . 531
B. Motoren . . . 535

IX. Abschnitt: Wellenleitungsanlagen und deren Teile, von Regierungsrat R. Platz . . . 543
A. Bauart der einzelnen Triebwerksteile . . . 544
a) Triebwellen und Wellenverbindungen . . . 545
b) Zahnräder, Riem- und Seilscheiben . . . 546
c) Wellenlager und Schmiervorrichtungen . . . 548
d) Kupplungen für Triebwerke . . . 564
B. Schutzvorrichtungen für Wellenleitungsteile . . . 579
a) Wellen und Wellenverbindungen . . . 579
b) Schutzvorrichtungen für Zahnräder, Riem- und Seilscheiben . . . 588
c) Schutzmittel für Riem- und Seiltriebe . . . 590

Seite

C. Bedienung der Triebwerksanlagen 596
a) Leitern und Bühnen für Triebwerke 598
b) Reinigen und Schmieren der Triebwerke 600
c) Verbinden der Riemen und Seile 603
d) Riemträger . 611
e) Auflegen und Abwerfen der Treibriemen 613
f) Riemausrückvorrichtungen 626
g) Notausrückungen für Wellenleitungen 640

X. Abschnitt: Anlagen zum Heben von Lasten, von Ingenieur C. Specht 658
A. Flaschenzüge . 662
B. Fusswinden . 664
C. Windewerke oder Winden . 667
D. Krahne . 681
a) Ausleger- oder Drehkrahne 681
b) Bühnenkrahne . 686
c) Hydraulische Krahne . 688
E. Aufzüge . 689
a) Aufzüge mit Handbetrieb oder Handaufzüge 691
b) Aufzüge mit maschinellem Betrieb oder Maschinenaufzüge 694
c) Aufzüge mit hydraulischem Betrieb oder hydraulische Aufzüge . . 711
d) Aufzüge ohne festbegrenzten Fahrschacht 717

IV. Teil: Verhütung der gesundheitlichen Schädlichkeiten des Gewerbebetriebes im engeren Sinne (spezielle Gewerbehygiene) 719

XI. Abschnitt: Metallurgische Industrie. Vom komm. Reg.- u. Gewerberat W. Oppermann . 721
A. Anlagen zur Gewinnung roher Metalle (Hüttenbetrieb) 721
B. Anlagen zur Verarbeitung von Roheisen (Eisen- und Stahlindustrie) 755
C. Verarbeitung von Edel- und Unedelmetallen 775
D. Maschinenbau, Metallwaaren und Feinmechanik 789

XII. Abschnitt: Industrie der Steine und Erden. Glas- und keramische Industrie. Von Dr. med. Th. Sommerfeld 801
A. Industrie der Steine und Erden 801
B. Glasindustrie . 813
C. Keramische Industrie . 828

XIII. Abschnitt: Chemische Industrie. Forstwirtschaftliche Nebenprodukte. Heiz- und Leuchtstoffe. Öle, Fette und Firnisse. Harze. Von Reg.- und Gewerberat Dr. Sprenger und Dr. H. Albrecht . 837
A. Chemische Industrie . 837
a) Chemische Grossindustrie 842
b) Farbenmaterialien, Steinkohlenteer- und Kohlenteerderivate . . 869
c) Explosivstoffe und Zündwaaren 892
d) Fabrikation künstlicher Düngstoffe. Leimfabrikation 906
B. Forstwirtschaftliche Nebenprodukte. Heiz- und Leuchtstoffe. Öle, Fette und Firnisse. Harze 911

XIV. Abschnitt: Holzbearbeitung. Leder- und Papierindustrie. Polygraphische Gewerbe. Von Dr. H. Albrecht 924

Seite
A. Holzbearbeitung . 924
B. Lederindustrie . 929
C. Papierindustrie . 933
D. Polygraphische Gewerbe . 943
XV. Abschnitt: Textilindustrie. Bekleidung und Reinigung. Von Gewerbeinspektor E. Krumbhorn 949
A. Textilindustrie . 949
B. Bekleidung und Reinigung 972
XVI. Abschnitt: Industrie der Nahrungs- und Genussmittel. Von Dr. H. Albrecht . 979
A. Nahrungsmittel . 979
B. Genussmittel . 994
Anhang: XVII. Abschnitt: Die deutsche Gesetzgebung zum Schutze von Leben, Gesundheit und Sittlichkeit der gewerblichen Arbeiter. Von Regierungsrat G. Evert 1011
A. Die Schutzvorschriften der §§ 120 a—e der Gewerbeordnung nebst verwandten Bestimmungen 1011
B. Besondere Vorschriften zum Schutze der Frauen und Kinder 1026
C. Der Arbeiterschutz bei genehmigungspflichtigen Anlagen . 1030
D. Der Arbeiterschutz durch die Berufsgenossenschaften und ihre Organe . 1034
E. Die Gewerbeaufsicht . 1036

Einleitung.

Die Gewerbehygiene in der Begrenzung, in welcher dieselbe Gegenstand der Darstellung in den nachstehenden Blättern sein soll, beschäftigt sich mit den Schädigungen von Leben und Gesundheit des Arbeiters durch den Gewerbebetrieb. Wir werden dabei auf der einen Seite Wesen und Ursachen dieser Schädigungen, andererseits ihre Verhütung der gesonderten Betrachtung zu unterziehen haben. Nicht in den Rahmen dieser Darstellung einbezogen ist die soziale Hygiene des Arbeiterstandes, das heisst die Förderung desselben durch hygienische Maassnahmen und Wohlfahrtseinrichtungen ausserhalb seiner Arbeitsstätte, nur nebenbei die Gewerbesanitätspolizei, die sich den Schutz der Anwohner von Gewerbebetrieben angelegen sein lässt.

An dem Ausbau der Gewerbehygiene in dem hiermit abgegrenzten Sinne haben wesentlich drei Faktoren mitgewirkt: wissenschaftliche Hygiene, Gesetzgebung und Technik. Während erstere vorwiegend durch Erforschung der Ursachen und des Wesens der in Betracht kommenden Schädlichkeiten die Grundlage geschaffen hat, von der aus eine rationelle Bekämpfung derselben allein möglich ist, haben die letzteren beiden teils in einem gewissen Abhängigkeitsverhältnis zu einander, indem die eine der anderen die Wege vorschrieb, auf denen sie fortzuschreiten hatte, teils selbständig ihre Ziele verfolgend, die Verhütung der als solche erkannten Schädlichkeiten im Auge gehabt. Daraus folgt ohne weiteres, dass die wissenschaftliche Gewerbehygiene bereits eine gewisse Höhe ihrer Entwickelung erreicht haben musste, ehe es möglich war, an die von ihr festgestellten Grundsätze anknüpfend, fruchtbringend den Weg der Abwehr zu beschreiten.

Die Gewerbehygiene, das heisst das Studium des Berufs, des Gewerbes, in seiner Bedeutung als Ursache von Störungen der Gesundheit, ist eine verhältnismässig neue Wissenschaft. Der erste, der eine Anzahl von Krankheiten nach ihrer Entstehungsweise zusammenstellte, die in einem gewissen Zusammenhange mit der Berufsarbeit, dem Gewerbebetrieb, zu stehen schienen, war der italienische Arzt Bernardino Ramazzini,

1633 in Carpi bei Modena geboren, später Professor zu Modena und Parma. Seine berühmte Abhandlung „De morbis artificum diatribe“, die im Jahre 1700 zum erstenmal veröffentlicht wurde, ist das erste Werk über Gewerbekrankheiten von wissenschaftlichem Wert.[1] Freilich entsprechen die Anschauungen des Verfassers der Zeit, in der er lebte. Unter den Handwerkern und Künstlern, deren Krankheiten er schildert, führt er an: die Chirurgen, welche sich mit dem Einreiben von Salben beschäftigen, die Juden, die Sänger und Pfeifer, die Laufer, die Schreiber und Notare. Er erzählt von unterirdischen Dämonen, welche die Bergleute überfallen, und beruft sich dabei auf einen erfahrenen hannoveranischen Bergmann und auf die gelehrten Abhandlungen der Königlich englischen philosophischen Gesellschaft. Von den Käsemachern giebt er an, dass nach Petrus Lotichius ein Dorf bei Frankfurt durch den Käsegestank durchseucht worden sei. Die sitzenden Handwerker werden nach ihm von der Krätze heimgesucht, die Schuster sind bucklig und die Schneider hinken.[2]

Das ist bis weit in unser Jahrhundert hinein, abgesehen von einigen unbedeutenden Anläufen, die sich an Ramazzini anlehnen, alles, was wir an Versuchen zu verzeichnen haben, die Schädlichkeiten des Berufes, der Erkenntnis und damit die Frage ihrer Beseitigung der Lösung näher zu bringen. Mit dem umfassenden Werke von A. C. L. Halfort[3] beginnend, dessen Erscheinen in das Jahr 1845 fällt, sehen wir alsdann eine Reihe von Monographieen, Journalartikeln u. s. w. entstehen, die zum Teil sehr wertvolle Beiträge zur Kenntnis der Gesundheitsverhältnisse einzelner Gewerbebetriebe enthalten,[4] bis endlich L. Hirt in seiner grundlegenden Arbeit[5] in den siebziger Jahren die eigentliche Basis für die wissenschaftliche Gewerbehygiene der Neuzeit schuf. Hirt ist auch der erste zusammenfassende Schriftsteller, welcher den rein ätiologischen Boden verlässt und der Betrachtung der Verhütung der durch den Beruf bedingten Schädlichkeiten einen, wenn auch noch nebensächlichen Platz einräumt. Von da an beginnt die Gewerbehygiene einen immer breiteren Raum in der hygienischen Litteratur einzunehmen. An Hirt's zusammenfassende Arbeit reihen sich in rascher Aufeinanderfolge eine Anzahl umfassender Bearbeitungen des Gesamtgebietes.[6] Daneben

[1] Vergl. Hirt, Gewerbekrankheiten. Leipzig 1882.

[2] Vergl. Pagel, Über Bernardino Ramazzini und seine Bedeutung in der Geschichte der Gewerbehygiene. Deut. med. Wochenschrift 1891, No. 6—9.

[3] A. C. L. Halfort, Krankheiten der Künstler und Gewerbetreibenden. Berlin 1845.

[4] Vergl. die ausführlichen Litteraturangaben bei Hirt, Eulenberg u. a.

[5] L. Hirt, Die Krankheiten der Arbeiter. Leipzig 1872—1878.

[6] Hierher gehören vor allen: Eulenberg, Handbuch der Gewerbehygiene. Berlin 1876. — Hirt, Arbeiterhygiene, in Eulenbergs Handbuch des öffentlichen

her gehen wertvolle monographische Bearbeitungen einzelner Teilgebiete, die einerseits auf statistischer Grundlage ruhen, andererseits die experimentelle Forschung zum Ausgang nehmen. Die wissenschaftliche Gewerbehygiene arbeitet erfolgreich an ihrem inneren Ausbau, wenngleich derselbe bis zum heutigen Tage noch lange nicht seiner Vollendung entgegengeführt ist.

Etwa gleichzeitig mit dem Aufschwung, welchen die neuere Forschung auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Gewerbehygiene nahm, als mit der hohen Entwickelung, welche Gewerbe und Industrie im Dampfzeitalter genommen haben, die Schädlichkeiten, denen die Arbeiterbevölkerung infolge ihrer Beschäftigung anheimfiel, ins ungemessene wuchsen, begann auch die Gesetzgebung sich ernstlich mit der Frage ihrer Beseitigung zu beschäftigen. Frauen- und Kinderarbeit sind die naturnotwendigen Folgen des Grossbetriebs. Dadurch, dass die Maschine zu ihrer Wartung und Bedienung nur eines geringen Maasses menschlicher Kraft bedarf, ist es möglich geworden, dass der männliche Arbeiter durch Frauen und Kinder, deren Arbeitsleistung um billigeren Lohn zu Gebote stand, verdrängt wurde. Die Folge sind Zustände gewesen, wie sie namentlich in England, dem Industrielande *κατ' ἐξοχήν*, in den vierziger Jahren durch die Berichte der „Children employment commission" aufgedeckt wurden. Sie stellten fest, dass in vielen Industrieen die Kinder schon mit sieben Jahren, ja noch darunter, zu arbeiten anfingen. Eine achtzehnstündige Arbeitszeit, nicht einmal durch eine Mittagspause unterbrochen, war keine Seltenheit, und es kamen Fälle vor, wie der eines Tapetenfabrikarbeiters, welcher aussagte, dass er seinen siebenjährigen Knaben täglich in die Fabrik und nach sechzehnstündiger Arbeit des Kindes wieder nach Hause trage; er musste ihn auch des Mittags füttern, während der Kleine an der Maschine stand, die er nicht verlassen durfte. In den Zündhölzchenfabriken waren fünf- bis siebenjährige Kinder beschäftigt und dem Einfluss der giftigen Phosphordämpfe ausgesetzt, welche jene furchtbare Zerstörung der Gesichtsknochen, die Phosphornekrose zur Folge hatten. Noch grauenvoller sah es in den Bergwerken aus; kurz die Zustände waren so himmelschreiende, dass die Gesetzgebung sich nicht länger der Aufgabe entziehen konnte, hier wenigstens mildernd

Gesundheitswesens. Berlin 1881. — Popper, Lehrbuch der Arbeiterkrankheiten und Gewerbehygiene. Stuttgart 1882. — Pütsch, Die Sicherung der Arbeiter gegen die Gefahren für Leben und Gesundheit in Fabrikbetrieben. Berlin 1883. — Morgenstern, Über Einrichtungen und Schutzvorkehrungen zur Sicherung gegen Gefahren für Leben und Gesundheit der in gewerblichen Etablissements beschäftigten Arbeiter. Leipzig 1883. — Nüsperli, Apparate und Einrichtungen zum Schutze von Fabrikarbeitern gegen Gefahren für Leben und Gesundheit. Aarau 1883.

einzugreifen. Die englische Fabrikgesetzgebung ist von diesen Zuständen ausgegangen; sie ist wesentlich eine Gesetzgebung zum Schutze eines Teils der arbeitenden Bevölkerung — der Frauen und Kinder. Diesen gewährt sie in ihrer heutigen Gestalt in allen Verhältnissen einen weitgehenden Schutz.

Es hiesse einem grossen Teil unserer deutschen Industriellen Unrecht thun, wollten wir behaupten, dass auch bei uns überall erst der gesetzliche Zwang erforderlich gewesen wäre, um sie an die Einführung hygienischer Verbesserungen der Fabrikräume denken zu lassen. Im Gegenteil, weit früher als in Deutschland eine wirksame Fabrikgesetzgebung bestand, hat es Industrielle gegeben, die nicht nur das Beste ihrer Arbeiter erkannt, sondern auch mit Aufwendung grosser Mittel an der Besserung ihrer Lage gearbeitet haben. Aber es handelt sich hier doch immer nur um Ausnahmen. Während andere Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege — vor allem die umfassenden Veranstaltungen, welche die Reinhaltung des Bodens, die Beschaffung gesunden Trinkwassers bezwecken — mit der freieren Entwickelung unseres städtischen Kommunalwesens eng verknüpft sind, kann eine wirkungsvolle Gewerbe- und Fabrikhygiene nicht ohne eine entsprechende staatliche Gewerbe- und Fabrikgesetzgebung gedacht werden. Nicht nur direktem Uebelwollen gegenüber und der Scheu der Betriebsunternehmer vor der Uebernahme der unumgänglichen Kosten ist die Einsetzung eines Zwanges erforderlich, vielfach fehlt den letzteren überhaupt noch jedes Verständnis für die Schädlichkeiten des Gewerbebetriebs. Schon vor Jahren hat Reichel[1]) auf die Schwierigkeit hingewiesen, bei dem Mangel einer korrekten Statistik manche Industrielle von den gesundheitsschädlichen Einflüssen vieler Arbeiten zu überzeugen. „Man beruft sich zum Beweise der Unschädlichkeit auf langjährige — sicherlich mit besonders widerstandsfähiger Körperbeschaffenheit ausgestattete — Arbeiter und übersieht nur zu leicht die vielen früher mit dem Keime von Krankheiten Ausgeschiedenen.“ Aber auch der Widerstand, welchen der Arbeiter selbst der Einführung der zu seinem Besten gedachten Maassnahmen häufig entgegensetzt, ist zu überwinden. So paradox dies klingt, ist gerade er es in vielen Fällen, der in seiner Unkenntnis, seiner Bequemlichkeit, oft auch seinem Trotz die dargebotenen Schutzmittel verschmäht und lieber Krankheiten, selbst einem frühen Ende entgegengeht, ehe er von der althergebrachten Arbeits- und Lebensweise abweicht.[2])

[1]) Amtliche Mitteilungen aus den Jahresberichten der mit Beaufsichtigung der Fabriken betrauten Beamten 1885, Seite 202.

[2]) Hirt, Die Krankheiten der Arbeiter I, Seite 267.

Frauen- und Kinderarbeit sind auch in Deutschland derjenige Teil des Gewerbelebens gewesen, der lange Zeit den wesentlichen Inhalt unserer Arbeiterschutzgesetzgebung ausgemacht hat. Unsere heutige Fabrikgesetzgebung geht aber darin über die englische hinaus, dass sie auch den erwachsenen männlichen Arbeitern den Schutz gegen die Gefahren ihres Berufs nicht versagt. Es bildet einen Teil der Aufgaben dieses Buches, einen Überblick über den jetzigen Stand der Arbeiterschutzgesetzgebung als eines der wesentlichsten Faktoren der praktischen Gewerbehygiene zu geben. Zur Würdigung des in dem betreffenden Abschnitt übersichtlich Zusammengestellten mag hier hervorgehoben werden, dass die Arbeiterschutzgesetzgebung in Deutschland in vieler Hinsicht leider durchaus noch der wünschenswerten Einheitlichkeit entbehrt. Die maassgebenden Bestimmungen der Gewerbeordnung sind noch immer so allgemein gehalten, dass dieselben praktisch nur von Bedeutung sind als Grundlage für die zu erlassenden Ausführungsbestimmungen des Bundesrats, bezw. der zuständigen Behörden der Einzelstaaten. Der Bundesrat hat solche Ausführungsbestimmungen bisher nur mit Bezug auf zwei Betriebsgruppen — Bleifarbenindustrie und Cigarrenindustrie[1]) — erlassen. Für eine Anzahl weiterer Betriebe sind wenigstens zum Schutze von Frauen und Kindern gewisse Einrichtungen von Reichs wegen vorgeschrieben. Alles übrige ist der Regelung durch die Verwaltungsbehörden der Einzelstaaten überlassen. In Preussen ist durch Ministerialerlass, der für die ganze Monarchie Giltigkeit hat, nur die eine Gruppe der Spiegelbeleganstalten (Erlass vom 18. Mai 1889, der durch Erlass vom 30. Juli 1889 auch auf Bayern ausgedehnt ist) wirksam geschützt. Im übrigen existieren nur lokale Verordnungen der Bezirksregierungen und niederen Verwaltungsbehörden. Das Konzessionswesen liegt in den Händen der Bezirksausschüsse. Dass unter diesen Umständen — bei aller Vorzüglichkeit einzelner Vorschriften, deren eine ganze Reihe erlassen sind — die grösste Ungleichmässigkeit in der Behandlung so wichtiger Fragen besteht, liegt auf der Hand. Der gewissenlose Unternehmer ist daher unter Umständen sogar in der Lage, Vorschriften, die ihm unbequem sind, dadurch aus dem Wege zu gehen, dass er seinen Betrieb in einen benachbarten Regierungsbezirk oder in einen benachbarten Bundesstaat verlegt.[2])

[1]) Die Zündholzindustrie ist Gegenstand eines besonderen Reichsgesetzes.

[2]) Wörishoffer klagt in seinem Bericht auf das Jahr 1891 unter anderem darüber, dass die Einführung von sanitären Verbesserungen, die für den Unternehmer mit Kosten verbunden sind, dadurch erschwert werde, dass in den einzelnen deutschen Aufsichtsbezirken eine verschiedene Handhabung der nur allgemein gehaltenen gesetzlichen Vorschriften stattfinde. Die Unternehmer behaupten, nur im Grossherzogtum

Geht man z. B. die Reihe der Polizeiverordnungen, mögen sie nun für alle Betriebsarten gemeinschaftlich oder nur für einzelne Gruppen derselben erlassen sein, durch, so ist es fast unbegreiflich, dass unter anderem einer Frage von so fundamentaler hygienischer Bedeutung, wie der des Luftraumes und des Luftwechsels in Fabrikräumen, eine so wenig einheitliche Behandlung zu Teil wird. Wenn daraus für die Praxis zum Teil die allerschlimmsten Konsequenzen erwachsen sind, so ist dafür freilich zum grossen Teil die wissenschaftliche Hygiene verantwortlich zu machen, die in ihren Forderungen so unsicher ist, dass die Angaben der Autoren über den in Fabrikräumen nötigen Luftraum von 5 bis 6 bis 60 bis 70 und gar 100 cbm für den Arbeiter auseinander gehen. Der internationale hygienische Kongress in Wien hat es überhaupt abgelehnt, nach dieser Richtung eine Mindestforderung zu formulieren, und dieser Verzicht stützte sich auf die Begründung des Referenten in dieser Frage, der hervorhob, eine solche allgemein gegebene Bestimmung sei von zweifelhaftem praktischem Wert. Die Fabrikbesitzer würden, wenn man eine solche Mindestforderung stelle, alle billigen Anforderungen erfüllt zu haben glauben, wenn sie sich nach einer solchen Vorschrift gerichtet haben würden, und sie würden sich darauf stützen, wenn ein Mehreres von ihnen verlangt werde. Diese Argumentation erscheint uns hier wie auf vielen anderen Gebieten hinfällig. In der Praxis steht einer kleinen Zahl einsichtiger Betriebsunternehmer, welche, von der Erfahrung ausgehend, dass alle Wohlfahrtseinrichtungen für die Arbeiter sich indirekt bezahlt machen, geneigt sind, über eine etwa gestellte Mindestforderung hinauszugehen, das Gros derer gegenüber, welche nur durch gesetzlichen Zwang dazu gebracht werden können, überhaupt etwas zu thun. Erstere werden trotz der aufgestellten Mindestforderung von dem Mehr, das sie aus eigener Initiative leisten, nicht abgehen. Letzteren gegenüber ist wenigstens für die Abstellung der schreiendsten Missstände die Handhabe gewonnen. Von diesem Gesichtspunkte aus halten wir die Aufstellung einer reichsgesetzlich formulierten Mindestforderung in Bezug auf den Luftraum in Fabriken und Werkstätten für geboten und auch für durchführbar, wenn ein angemessener zeitlicher Spielraum für die Durchführung der erforderlichen Einrichtungen gelassen wird. In einer der ausgedehntesten Industrieen in Deutschland, der Cigarrenindustrie, hat sich die Durchführung einer solchen Minimalforderung bei geeigneten Uebergangsbestimmungen als durchführbar erwiesen. Einzelne Betriebsgruppen mit ganz eigenartigen Betriebsverhältnissen sind ohnehin

Baden würden derartige Forderungen an sie gestellt, was sie ihrer Konkurrenz gegenüber in Nachteil bringe. Würde in ganz Deutschland gleichmässig verfahren, so würden sie sich gegen solche Auflagen, deren Nützlichkeit sie einsehen, nicht sträuben.

bereits gesondert behandelt (Bleifarbenindustrie, Spiegelbeleganstalten), und es steht nichts im Wege, weiterhin noch andere, die sich nicht in den Rahmen hineinfügen wollen, aus dem allgemeinen Schema auszuscheiden. Es versteht sich ganz von selbst, dass wir nicht bei der Forderung eines bestimmten Luftraumes stehen bleiben dürfen, sondern dass dazu ein ausreichender Luftwechsel in zweiter Linie verlangt werden muss, und dass — ähnlich wie die englische Gesetzgebung dem schon seit Jahrzehnten Rechnung getragen hat — für alle Betriebe, in denen Staub, Gase und andere schädliche Stoffe zur Entwickelung kommen, deren rationelle Beseitigung gefordert werden muss.

Als im Jahre 1880 der bekannte „Entwurf von Vorschriften, betreffend den Schutz gewerblicher Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit“ vom Bundesrat veröffentlicht und in Fachkreisen einer weitgehenden Diskussion unterzogen wurde, waren es vorwiegend Bedenken technischer Art, welche die Gegner gegen denselben ins Feld führten. Es wurde vor allem darauf hingewiesen, dass die unendliche Mannigfaltigkeit des Fabrikbetriebes die Unterordnung aller Betriebsarten unter gemeinsame Bestimmungen unmöglich mache, und hauptsächlich auf diese Bedenken ist es zurückzuführen, dass der von einer aus Fachmännern zusammengesetzten Delegiertenversammlung durchberatene und modifizierte Entwurf die endgiltige Genehmigung nicht fand. Diese Bedenken bestehen heute nicht mehr im gleichen Umfange. Eben jetzt werden Kommissionsberatungen gepflogen, um aus den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften gewisse Normalvorschriften abzuleiten, welche für alle Betriebsarten gemeinsam Geltung gewinnen sollen. Und gerade diese Schutzmaassnahmen gegen Betriebsunfälle sind es, die wegen ihrer grossen Mannigfaltigkeit am schwierigsten unter ein allgemeines Gesetz zu bringen sind. Dem gegenüber sind die eigentlichen gewerbehygienischen Einrichtungen relativ so einfacher Art, dass sich allgemeine Normen unschwer finden werden, auf Grund deren an die Aufgabe der Schaffung geräumiger, gut ventilierter, thunlichst staub- und giftfreier Arbeitsräume herangetreten werden kann.

Diese Forderung tritt um so dringender an uns heran, wenn wir den eigentlichen Betriebsunfall und die durch mangelhaft eingerichtete Einrichtungen der Arbeitsräume verursachten gesundheitlichen Schädigungen in ihrer Bedeutung gegen einander abwägen.

Die vom Reichs-Versicherungsamt erhobene Statistik der entschädigungspflichtigen Unfälle für das Jahr 1887, mit der wir uns weiter unten in einem besonderen Abschnitte noch eingehender zu beschäftigen haben werden, weist bei 4 121 537 versicherten Personen noch nicht ganz 0,08 % durch Betriebsunfälle Getötete nach. Der Anteil derjenigen, die länger

als dreizehn Wochen erwerbsunfähig waren, beträgt 0,33 %, dauernd Erwerbsunfähige zählen wir 0,077 %, dauernd teilweise Erwerbsunfähige 0,20 % aller Versicherten. Was bedeuten diese geringen Procentzahlen gegenüber der erschreckenden Mortalität in manchen Betrieben, die den Arbeiter der Einwirkung von Staub oder giftigen Gasen aussetzen! Wir können hierfür ein exaktes ziffernmässiges Material natürlich nicht beibringen. Der Betriebsunfall in seiner greifbaren Realität lässt sich leicht in ein statistisches Schema einfügen, die Schar der Gewerbekrankheiten ist das Ergebnis so vieler zusammenwirkender Komponenten, dass es unmöglich ist, genau abzugrenzen, was davon den Einflüssen der Beschäftigung, was anderen mitwirkenden Faktoren zur Last zu legen ist. Immerhin dürfen wir behaupten — und wir werden dabei kaum einem Widerspruch begegnen —, dass ein grosser Procentsatz der Arbeiter in der Gestalt von Gewerbekrankheiten Schädlichkeiten ausgesetzt ist, gegen welche die Gefährdung durch Betriebsunfälle in ihrer Bedeutung gänzlich in den Hintergrund tritt. Wenn es sich also als notwendig und durchführbar erwiesen hat, die Betriebsunfälle durch allgemeingiltige Unfallverhütungsvorschriften zu bekämpfen, so erscheint unsere Forderung nach einer Regelung jener grundlegenden Fragen der Arbeiterhygiene auf reichsgesetzlichem Wege gewiss berechtigt.

Wenn wir im vorstehenden versucht haben, die Ziele anzudeuten, die uns bei der Weiterbildung der gewerblichen Gesetzgebung in Deutschland vorschweben, können wir nunmehr nicht umhin, noch mit einem Worte der Art zu gedenken, wie durch behördliche Beaufsichtigung die Durchführung der geltenden gesetzlichen Bestimmungen gewährleistet ist. Es leuchtet ein, dass die letzteren so lange nur auf dem Papier stehen, wie eine durchgreifende Kontrolle über ihre Ausführung fehlt.

Die staatliche Gewerbeaufsicht ist in Deutschland bislang ebenfalls noch nicht reichsgesetzlich geregelt, sondern untersteht der Kompetenz der einzelnen Bundesregierungen. Dass daraus Ungleichheiten erwachsen müssen, liegt auf der Hand. Für Preussen ist durch die Reorganisation vom Jahre 1891, deren Durchführung in kurzem vollendet sein wird, ein Zustand herbeigeführt, der als ein vorläufig befriedigender bezeichnet werden kann. Allerdings ist die Erhöhung der Zahl der Aufsichtsbeamten zum Teil dadurch illusorisch gemacht, dass aus finanziellen Gründen die in Sachsen bereits früher bestehende Vereinigung der Gewerbeinspektion mit der Dampfkesselrevision herübergenommen ist. Die Befürchtung ist nicht unbegründet, dass dadurch die wichtige sozialpolitische Seite der Gewerbeinspektion durch das verantwortungsvolle und doch rein technische Nebenamt in den Hintergrund gedrängt wird.

Während die Gesetzgebung, wie wir soeben gesehen haben, schon

seit einer ziemlich langen Reihe von Jahren bestrebt ist, den Forderungen der wissenschaftlichen Hygiene auf dem Gebiete des Gewerbewesens Geltung zu verschaffen, ist die Technik sich ihrer wichtigen Aufgaben auf diesem Gebiete erst ziemlich spät bewusst geworden, hat dann aber auch mit einer um so erfreulicheren Energie eingesetzt, um das Versäumte nachzuholen. Einen guten Maassstab für die Beurteilung des in gewissen Zeitabschnitten Erreichten bieten uns die in regelmässigen Zwischenräumen sich wiederholenden Fachausstellungen der letzten Jahre: die Brüsseler Hygieneausstellung des Jahres 1876, die deutsche Ausstellung für Hygiene vom Jahre 1883 und die 1889er Ausstellung für Unfallverhütung in Berlin. Über jede dieser Ausstellungen liegt uns ein von sachverständiger Seite verfasster Bericht vor, der eine Vergleichung des jeweiligen Standes der Technik auf dem in Rede stehenden Gebiete ermöglicht.[1]) Unschwer lassen sich dabei gewisse Beziehungen zwischen letzterem und der Weiterentwickelung der gewerblichen Gesetzgebung erkennen, die hier für uns von ganz besonderem Interesse sind.

Der Reichel'sche Bericht über die Brüsseler Ausstellung liefert eigentlich als Hauptergebnis die Erkenntnis, wie wenig zu jener Zeit die Technik auf dem Gebiete des Arbeiterschutzes leistete. Die Jahre, welche zwischen der Brüsseler und der Hygieneausstellung des Jahres 1883 in Berlin liegen, sind die Zeit des Beginns einer wirksamen Fabrikgesetzgebung in Deutschland. Das zeigt sich sofort in dem Aufschwung, welchen die Technik auf dem bisher wenig bebauten Gebiete genommen hat. Augenfällig tritt dabei der Einfluss hervor, welchen die Bemühungen der Fabrikinspektoren, gewerbehygienischen Neuerungen Eingang zu verschaffen, gehabt haben. In Villaret's Bericht über die Hygieneausstellung begegnen wir fast auf jeder Seite der wohlverdienten Anerkennung dieses eifrigen Strebens.[2]) Gleichzeitig aber begann in jener Periode auch in weiteren Unternehmerkreisen das wohlverstandene Selbstinteresse auf die Einführung von Schutzmaassnahmen hinzudrängen, nachdem das Haftpflichtgesetz vom 7. Juni 1871, wenigstens in einem

[1]) Reichel, Die Sicherung von Leben und Gesundheit im Fabrik- und Gewerbebetriebe auf der Brüsseler Ausstellung vom Sommer 1876. Berlin 1877. — Villaret, Gewerbe und Industrie in dem vom Verf. herausgegebenen III. Bande des Berichts über die Hygieneausstellung des Jahres 1883. Breslau 1886. — Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung. Berlin 1890.

[2]) Die Berichte dieser Beamten bilden eine der wichtigsten Quellen für das Studium der praktischen Gewerbehygiene. Ein Auszug aus denselben wird alljährlich behufs Vorlage an den Bundesrat und den Reichstag im Reichsamt des Innern zusammengestellt und erscheint unter dem Titel: „Amtliche Mitteilungen aus den Jahresberichten der mit Beaufsichtigung der Fabriken betrauten Beamten“ im Buchhandel. Ausserdem veröffentlichen die einzelnen Bundesregierungen Bearbeitungen der Jahres-

gewissen Procentsatz der Fälle zu einer Ersatzpflichtigmachung der Unternehmer geführt hatte, in denen ihnen ein Verschulden an einem eingetretenen Betriebsunfalle nachgewiesen wurde. Der Fortschritt, der auf der Berliner Hygieneausstellung gegenüber der Brüsseler sowohl auf dem Gebiete des Unfallschutzes, wie der Fabrikhygiene im engeren Sinne bemerkbar wurde, ist ein unverkennbarer.

Der neue Zeitabschnitt, der von 1883 an datiert, bedeutet auf dem Gebiete der Arbeiterschutzgesetzgebung wieder eine ganz neue Epoche. Die Gewerbeordnungsnovelle vom 17. Juli 1878 hatte im Titel VII eine Reihe neuer Bestimmungen gebracht, deren Durchführung in diesen Zeitabschnitt fällt. Zunächst gehören den Jahren von 1879—1886 eine Reihe wichtiger Ausführungsverordnungen zu § 139a der Gewerbeordnung an, der dem Bundesrat die Befugnis einräumt, die Verwendung von jugendlichen Arbeitern, sowie von Arbeiterinnen für gewisse Fabrikationszweige, welche mit besonderen Gefahren für Gesundheit oder Sittlichkeit verbunden sind, gänzlich zu untersagen oder von besonderen Bedingungen abhängig zu machen — Bestimmungen von eminenter Tragweite für die sanitären Verhältnisse der Arbeiterbevölkerung. Das Jahr 1884 brachte das Reichsgesetz vom 13. Mai, betreffend die Anfertigung und Verzollung von Zündhölzern, mit den Ausführungsbestimmungen vom 11. Juli 1884. Nicht minder wichtig wie dieses Gesetz sind die Ausführungsbestimmungen zu § 120 Absatz 3 der Gewerbeordnung vom 12. April 1886, betreffend die Einrichtung und den Betrieb von Bleifarben- und Bleizuckerfabriken, und vom 9. Mai 1888, betreffend die Einrichtung und den Betrieb der zur Anfertigung von Cigarren bestimmten Anlagen. Die letztgenannten beiden Verordnungen und das Gesetz vom 13. Mai 1884 haben geradezu umgestaltend auf die Betriebsweise von drei der die Gesundheit der Arbeiter am meisten gefährdenden Industriezweige gewirkt.

Endlich fällt in diesen Zeitabschnitt das Unfallversicherungsgesetz vom 6. Juli 1884 mit dem für die Gestaltung des Unfallschutzes wichtigen § 78, der den Berufsgenossenschaften die Befugnis erteilt, für den Umfang des Genossenschaftsbezirkes oder für bestimmte Industriezweige oder Betriebsarten oder bestimmt abzugrenzende Bezirke Unfallverhütungsvorschriften zu erlassen und durch Beauftragte die Durchführung dieser Vorschriften zu überwachen und sie durch Einschätzung der Zuwiderhandelnden in höhere Gefahrenklassen zu erzwingen.

Die unmittelbare Wirkung dieser neuen Phase der Gesetzgebung

berichte der ihnen unterstellten Beamten. Für Preussen erscheint dieser Bericht unter dem Titel: „Jahresberichte der Königlich Preussischen Gewerberäte und Bergbehörden.“ Wir werden im folgenden der Kürze wegen einfach citieren: „Amtliche Mitteilungen“, bezw. „Jahresberichte“.

auf die technische Weiterbildung der Maassnahmen zur Unfallverhütung kam auf der Berliner Ausstellung des Jahres 1889 in eklatantester Weise zur Anschauung. Überall sahen wir in den dem Beschauer vorgeführten Beispielen den wichtigen Grundsatz verkörpert, dass eine Schutzvorrichtung, die ihren Zweck erfüllen soll, mit der Maschine, an der sie angebracht ist, ein organisches Ganzes bilden muss. Sie darf nicht nachträglich „angeflickt", vielmehr muss beim Bau der Maschine von vorn herein auf dieselbe Bedacht genommen sein, und so wird von jetzt ab, wenn es sich um die Beurteilung zweier sonst gleichwertiger Maschinen handelt, stets derjenigen der Preis zuerkannt werden, die neben ihrem eigentlichen Arbeitszweck der Forderung am meisten gerecht wird, dass Leben und Gesundheit des Arbeiters durch ihren Betrieb möglichst wenig gefährdet werden. Im Interesse des Maschinenbauers wird es also liegen, dieser Forderung Rechnung zu tragen, und in der That gewahren wir, dass sich heute bereits ein Umschwung im gesamten Maschinenbau anbahnt, der die angedeuteten Anforderungen des Arbeiterschutzes zum Leitsatz nimmt, und vielfach treffen wir nicht mehr auf das nackte Bestreben, dem Zwang des Unfallparagraphen nachgebend, notdürftig anzuordnen, was der Aufsichtsbeamte zur Abstellung handgreiflicher Missstände anordnet, wir fühlen das Wehen eines neuen Geistes, der zielbewusst die Grundprinzipien eines technisch bereits auf hoher Stufe der Vollkommenheit stehenden Maschinenbaues dem neuen sozialreformatorischen Gedanken anzupassen bestrebt ist.

Dasselbe gilt leider nicht in ganz dem gleichen Umfange von der Gewerbehygiene im engeren Sinne. Wir haben weiter oben die Gründe angedeutet, weshalb die Einrichtungen zur Verhütung der gesundheitsschädlichen Einwirkungen des Gewerbebetriebes noch nicht die allgemeine Verbreitung gefunden haben, die sich auf dem Gebiete der Unfallverhütung wenigstens anbahnt. Indessen hat sich in der neueren Zeit — die Ausstellung für Unfallverhütung liess dies deutlich erkennen, und die Berichte der Fabrikaufsichtsbeamten liefern alljährlich die Bestätigung — auch hier ein erfreulicher Umschwung vollzogen. Die Überzeugung von der Nothwendigkeit rationell angelegter, gut gelüfteter Arbeitsräume, in denen die Arbeiter der schädlichen Einwirkung von Staub und anderen gesundheitswidrigen Substanzen entrückt sind, bricht sich immer mehr Bahn. Es sind keineswegs immer nur die als besonders gefährdet auch von der Gesetzgebung bezeichneten und von dieser zu besonderen Einrichtungen zur Beseitigung der Schädlichkeiten gezwungenen Betriebe, die solche Maassnahmen getroffen haben, in einzelnen Fällen stossen wir sogar auf das Bestreben, über die gesetzlichen Bestimmungen hinaus die Einrichtungen zum Schutze der Arbeiter zu verbessern.

Zahlreich sind die technischen Vervollkommnungen, welche in den letzten Jahren gerade auf diesem Gebiete dem zielbewussten Vorgehen wohlwollender Industrieller ihre Entstehung verdanken. Der Zeitströmung folgend, hat sich der Erfindungsgeist unserer Ingenieure vielfach in derselben Richtung bethätigt und dabei seine Rechnung gefunden. Am weitgehendsten ist der Erfolg gewesen, wo wesentlich unter dem Zusammenwirken aller dieser Umstände ganze Industrieen von Grund aus umgewandelt sind und ihren gesundheitsgefährdenden Charakter verloren haben. Die Verarbeitung des giftigen weissen Phosphors zu Zündhölzern hat fast ganz der ungefährlicheren Verwendung des roten, amorphen Phosphors das Feld geräumt. Mit dieser Wandlung ist die Phosphornekrose, die früher unter den Arbeitern der Zündholzindustrie ihre furchtbare Ernte hielt, fast zur Legende geworden. In der Spiegelindustrie der Stadt Fürth hat der Uebergang von der gesundheitsschädlichen Quecksilberbelegung zu der ungefährlichen Silberbelegung so grosse Fortschritte gemacht, dass die Menge der hergestellten Quecksilberspiegel nur noch vielleicht ein Drittel der früheren beträgt.[1]) Der Einfluss auf den Rückgang der Mortalität unter den Spiegelbelegarbeitern lässt sich zahlenmässig von Jahr zu Jahr feststellen. Beispiele ähnlicher Art werden die folgenden Abschnitte noch eine ganze Anzahl erbringen.

Freilich werden die Lichtseiten leider noch durch viele Schattenseiten aufgewogen. Noch immer sind, selbst unter den grossen Unternehmungen, die ihren Aktionären vielprocentige Dividenden abwerfen, diejenigen als weisse Raben anzusehen, die über das gesetzlich vorgeschriebene Mindestmaass hinaus auf die gesundheitliche Verbesserung der Arbeitsräume bedacht, geschweige denn bereit sind, dieselbe unter materiellen Opfern anzustreben. Sieht es aber schon im Grossbetriebe in dieser Hinsicht traurig aus, so begegnen wir in den tausenden von Mittel- und Kleinbetrieben, in welchen die Kosten sanitärer Verbesserungen natürlich im Verhältnis zum Geschäftsgewinn in umgekehrter Progression wachsen, vor allem aber in der Hausindustrie vieler Gegenden Zuständen, die überhaupt noch jeder Grundlage entbehren, auf der mit Aussicht auf Erfolg weiter gebaut werden könnte. Ein weites Feld der Bethätigung ist hier für den Statistiker, für den Pathologen, für den Gesetzgeber und den Techniker noch offen, das zu bebauen unseres Erachtens zu den dringendsten Aufgaben der nächsten Zeit gehört.

[1]) Amtliche Mitteilungen 1890, Seite 191.

Dr. **H. Albrecht.**

I. Teil.

Wesen und Bedeutung der durch den Gewerbebetrieb bedingten Schädlichkeiten.

I. Abschnitt.

Gesundheitschädigende Einflüsse beim Gewerbebetriebe.

Von Dr. **A. Villaret,**
Königlichem Oberstabsarzt und Garnisonarzt in Spandau.

Sollen die aus dem Gewerbebetriebe dem Arbeiter erwachsenden Gesundheitsschädigungen allgemein verständlich dargestellt werden, so dass nicht nur der Arzt, sondern auch der gebildete Nichtmediziner den Zusammenhang zwischen den hier in Frage kommenden Ursachen und Wirkungen begreift, so wird es unumgänglich notwendig sein, an einzelnen Stellen auf den Bau und die Lebensäusserungen des menschlichen Organismus einzugehen, um das Verständnis der Art und Weise einer schädigenden Ursache zu ermöglichen.

So kurz wir einerseits uns in dieser Beziehung zu fassen bestrebt sein werden, so werden wir andererseits dem Prinzipe folgen, keinerlei genauere Kenntnis des menschlichen Körpers vorauszusetzen.

Im allgemeinen können wir eine sich von selbst ergebende Einteilung unserer Darstellung zu Grunde legen, wenn wir berücksichtigen, dass alle Arbeiter, ohne Berücksichtigung des speziellen Gewerbebetriebes, gemeinsam von gewissen Gefahren bedroht werden, welche lediglich aus ihrer Umgebung, d. h. von der Luft, dem Licht oder der Beleuchtung und von der Temperatur des Arbeitsraumes herrühren, in welchem die Arbeiter in grösserer oder geringerer Zahl sich aufzuhalten haben. Die Luft kann rein oder unrein, die Beleuchtung genügend oder ungenügend, die Temperatur eine zu hohe oder zu niedrige sein.

Weiterhin können aber dem einzelnen Arbeiter besondere Gefahren erwachsen, welche mit der Art des jeweiligen Gewerbebetriebes oder des zu verarbeitenden Materials zusammenhängen.

Es kann sich z. B. um Material handeln, bei dessen Bearbeitung gas- oder staubförmige Bestandteile sich entwickeln, deren Einatmung oder Hinunterschlucken akute oder schleichende schädliche Wirkungen

erzeugt, es kann Material verarbeitet werden müssen, welches schon bei der blossen Berührung durch die Haut in den Körper eindringen und schädlich wirken kann, wie z. B. Nitroglycerin, welches bei der Fabrikation brisanter Sprengstoffe zur Verwendung gelangt; noch anderes Material endlich kann unter Umständen durch mechanische Einwirkung zu Gesundheitsstörungen und Anomalieen verschiedener Art den Anlass geben.

A. Die Einwirkung der Luft des Arbeitsraumes auf den Arbeiter.

Wie wir in der Natur neben dem reinsten, von allen Beimengungen freien Wasser ebenso rein scheinendes, dabei aber trotz bestechender Klarheit durch gelöste Verbindungen, also chemisch verunreinigtes Wasser, und andere male ein an sich chemisch völlig reines aber durch in dem Wasser suspendierte Substanzen mechanisch getrübtes Wasser finden, so stossen wir bei der Untersuchung der atmosphärischen Luft auf dieselben Verhältnisse. Einmal ist die letztere durch Beimengung luftförmiger chemischer Verbindungen chemisch, das andere mal durch Beimengung fein zerteilter, in ihr suspendierter fester Körperchen (Mikroorganismen,[1]) Staub) mechanisch verunreinigt. Dass sehr oft beide Arten der Verunreinigung neben einander vorkommen, braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden.

Um diese Verhältnisse von Grund aus zu verstehen, müssen wir einen Blick auf den in der menschlichen Lunge vor sich gehenden Atmungsprozess und auf den mit letzterem eng verbundenen Blutkreislauf werfen. Wir schicken voraus, dass ganz reine atmosphärische Luft aus rund 79 Teilen Stickstoff (N)[2]) und 21 Teilen Sauerstoff (O)[3]) besteht. Eine derartige ganz reine Luft giebt es nun allerdings nur auf dem Meere. Auf dem Lande enthält selbst die als rein geltende Luft eine gewisse Menge Kohlensäure (man nimmt gewöhnlich 0,04 $^0/_0$, also 0,4 l Kohlensäure auf 1 cbm Luft als unvermeidlich an) und eine gewisse Menge Wasserdampf.

a. Die Atmung und der Blutkreislauf des Menschen.

Durch die Nase, oft durch Mund und Nase dringt die Luft bei der Einatmung durch die im Rachen sich befindende Mündung des Kehl-

[1]) Von mikros (griech. μικρός) klein, und Organismus (dieses vom griech. [ὄργανον] organon, Werkzeug, Organ).

[2]) N = Nitrogenium, Stickstoff.

[3]) O = Oxygenium, Sauerstoff.

kopfs in diesen, in die Luftröhre und in ihre sämtlichen Zweige, d. h. in die Lungen.

Bei der Ausatmung verlässt die eingeatmete Luft die Lungen auf demselben Wege, ist aber inzwischen, d. h. während des kurzen Aufenthalts in den Lungen, wesentlich verändert worden.

Es ist nämlich die ausgeatmete Luft 1. ärmer an Sauerstoff als die eingeatmete, 2. enthält sie einen entsprechenden Teil Kohlensäure, während die eingeatmete Luft nur Spuren letzterer enthielt; die ausgeatmete Luft ist 3. wärmer als die eingeatmete und 4. ist sie mit Wasserdampf gesättigt (daher die Hauchbildung bei kaltem Wetter, Beschlagen des Spiegels, gegen den man atmet). Der Stickstoffgehalt der Atemluft bleibt unverändert.

Diese Veränderung kommt in der Lunge in folgender Weise zu stande: die Luftröhre, eine aus auf einander gesetzten knorpeligen Ringen bestehende, bei dem Erwachsenen $9^1/_2$ bis 12 cm (vom fünften Hals- bis dritten Brustwirbel reichende) lange Röhre mit einem lichten Durchmesser von 2 bis $2^1/_2$ cm, steigt in den Brustkorb bis etwa zur Höhe des dritten Brustwirbels herab und teilt sich in den rechten und linken Luftröhrenast (Bronchus), der in die rechte bezw. linke Lunge führt. Jeder dieser grossen Äste teilt sich wiederum in zwei kleinere Äste (Bronchioli), jeder dieser wiederum in Zweige, die Zweige in Zweiglein u. s. w., bis endlich kleinste Ausläufer entstehen, an deren Ende sich eine traubenförmig angeordnete Gruppe von Bläschen (die Lungenalveolen oder Lungenzellen) ansetzt, von denen jedes einzelne naturgemäss mit seinem Luftröhrenendzweiglein in offener Verbindung steht. In diese Bläschen dringt demnach in letzter Linie die eingeatmete Luft ein. Diese Bläschen sind übersponnen von einem feinsten Netz feinster Gefässchen (von Haaresdicke, daher Haarröhren), welche die Endigungen der das Blut vom Herzen in die Lunge führenden Adern (Lungenschlagadern), gleichzeitig aber auch die Anfänge der das Blut zum Herzen zurückführenden Gefässe (Lungenblutadern) darstellen. Das vom Herzen aber den Lungen zuströmende Blut hat soeben den Körper durchströmt und ist mit Kohlensäure überladen, indem es letztere aus den Geweben (Muskeln, Nerven, Fett, Knochen etc.) aufnahm und dafür Sauerstoff an dieselben abgab.

Aus den feinen die Lungenbläschen überspinnenden Gefässendigungen tritt aber durch die feine Gefäss- und Bläschenwand hindurch (durch Diffusion)[1]) Kohlensäure in die Bläschen hinein, und gleichzeitig tritt auf demselben Wege aus den Bläschen in die Gefässe, also in das Blut, eine entsprechende Menge Sauerstoff. Folglich enthält nun 1. die Ausatmungsluft Kohlensäure und weniger Sauerstoff als vorher die ein-

[1]) Lat. diffusio (von diffundo ich verbreite, giesse aus) aus-, durchströmen.

geatmete; 2. enthält das aus den die Bläschen überziehenden Haarröhren zum Herzen zurückfliessende Blut Sauerstoff an Stelle der Kohlensäure, mit welcher das zu den Lungenbläschen hinströmende Blut beladen war. Die mit jedem Atemzuge eingeatmete Stickstoffmenge wird mit jedem Atemzuge unverändert auch wieder ausgeatmet. Noch streiten die Physiologen darüber, ob der Stickstoff bei der Atmung überhaupt eine Rolle spielt, geschweige denn, dass sie sich klar darüber wären, welche? Es ist nicht unmöglich, dass dem Stickstoff eine gewisse Abschwächung der Wirkung des Sauerstoffs, eine Verdünnung desselben zukommt.

Das aus den Lungen zum Herzen zurückströmende Blut fliesst von neuem in den Körper und giebt dort wiederum den aus der Einatmungsluft entnommenen Sauerstoff an die Gewebe ab, um abermals aus den letzteren Kohlensäure aufzunehmen.

So sehen wir Atmung und Kreislauf des Blutes im Organismus in innigster Wechselwirkung stehen, welche aus nachfolgendem Schema uns noch deutlicher werden soll, wobei wir uns vorher noch klar zu machen haben, dass das Herz aus vier, übrigens ganz gleich grossen, oder besser ganz gleich geräumigen Kammern besteht, von denen die beiden oberen die Vorkammern, die unteren die Herzkammern heissen. Linke Vor- und linke Herzkammer stehen mit einander in Verbindung, desgleichen die rechte Vor- und die rechte Herzkammer. Zwischen linker und rechter Herzhälfte dagegen besteht keine Verbindung; nur bis zur Geburt besteht eine Verbindung zwischen beiden Vorkammern, welche aber in den ersten Tagen nach der Geburt sich schliesst, so dass von da ab beide Hälften durch eine feste Scheidewand zwischen den Herz-, bezw. den Vorkammern getrennt sind.

(Siehe nebenstehendes Schema.)

Zur Erläuterung des Schemas ist wenig hinzuzufügen. Das von der linken Vorkammer ausgehende Blut geht durch die linke Herzkammer in den Körper, aus diesem durch rechte Vor- und Herzkammer in die Lungen und kommt aus diesen zur linken Vorkammer zurück. Das Blut beschreibt also einen Kreis, mithin spricht man mit vollem Recht vom „Kreislauf des Blutes“.

Nimmt man nun aber das Herz als Hauptmittelpunkt, so sehen wir, dass das Blut zweimal vom Herzen ausgeht, um jedesmal nach Passieren eines Haarröhrennetzes zum Herzen zurückzukehren. Man bezeichnet daher den Weg des Blutes von der linken Herzkammer durch Schlagadern, Kapillarnetz, Blutadern zur rechten Vorkammer als den grossen Kreislauf, dem der Weg des Blutes von der rechten Herzkammer durch Lungenschlagadern, Lungenkapillarnetz, Lungenblutadern zur linken Vorkammer als der kleine Kreislauf gegenübersteht.

Das Blut strömt:

Kreislauf des Blutes.		Aus linker Vorkammer in die linke Herzkammer;	sauerstoffbeladen.
	Grosser Kreislauf.	Aus der linken Herzkammer durch die Hauptschlagader (Aorta) und ihre sich in jedem Körperteil in immer feinere Verzweigungen teilenden Schlagadern (Arterien), bis in das aus haarfeinen Gefässchen gebildete	
		Kapillarnetz;	Sauerstoff abgebend, Kohlensäure aufnehmend.
		Aus diesem durch die durch Zusammenfliessen der kleineren zu immer grösseren Gefässchen entstehenden Blutadern (Venen), und zwar zuletzt durch die beiden Hauptblutadern (obere und untere Hohlvene) in die rechte Vorkammer zurück;	kohlensäurebeladen.
		Aus rechter Vorkammer in die rechte Herzkammer;	
	Kleiner Kreislauf.	Aus der rechten Herzkammer durch die Lungenschlagader und ihre immer feineren Verzweigungen in die Lunge bis in das die Lungenbläschen umspinnende	
		Lungenkapillarnetz,	Kohlensäure abgebend, Sauerstoff aufnehmend.
		aus welchem durch Zusammenfliessen der kleinsten, kleinen, grösseren und grossen Äste entstehen die Lungenblutadern, welche das Blut in die linke Vorkammer des Herzens zurückführen.	sauerstoffbeladen.
		Aus der linken Vorkammer fliesst das Blut u. s. w. s. oben.	

Die verschiedene Funktion des grossen und kleinen Kreislaufes kann man kurz so ausdrücken: Im grossen Kreislauf wird dem Körper frisches

Blut zugeführt, welches die den Körpergeweben notwendigen Stoffe abgiebt und unbrauchbare Stoffe aufnimmt, im kleinen Kreislauf wird das mit unbrauchbaren Stoffen aus dem Körper beladene Blut gereinigt, indem es erstere abgiebt, frisches Material aufnimmt und dem Körper frisches Blut zuführt.

Hiernach ist es klar, dass der ungestörte, durch die Atmung in den Lungen vermittelte Austausch von Sauerstoff und Kohlensäure für das Leben unerlässlich, ja dass er die grundlegende Bedingung für die Fortdauer des Lebens ist. Wird daher die Atmung auf diese oder jene Weise unmöglich, so muss in kürzester Frist das Leben erlöschen. Atmet der Mensch also eine Luft, in der kein Sauerstoff oder kein genügender Sauerstoff vorhanden ist, so bleibt die Kohlensäure im Blute, in kürzester Frist sind die Gewebe mit Kohlensäure überladen, und das Individuum — erstickt. Da sauerstoffhaltiges Blut hellrot, kohlensäurehaltiges[1]) dunkelrot aussieht, so hat die Haut Erstickter stellenweise oft ein blaufahles Kolorit.

Aus der eben gegebenen Darstellung folgt, dass der Mensch notwendig eine reine Luft atmen muss, wenn er gesund und leistungsfähig sein will. Bei im Freien vor sich gehenden Arbeiten erledigt sich in der Regel diese Forderung von selbst, in geschlossenen Räumen aber müssen wir der Erhaltung einer reinen Luft eine um so grössere Aufmerksamkeit zuwenden, je kleiner der auf den einzelnen Arbeiter entfallende Teil eines gemeinsamen Arbeitsraumes ist.

b. Die Notwendigkeit der Lüftung geschlossener, dem Menschen zum Aufenthalt dienender Räume.

Der Mensch atmet mit jedem Atemzuge etwa 500 ccm Luft ein und braucht, da er in der Minute etwa 18mal atmet, für 1 Stunde 540 l, für 10 Stunden (die tägliche Arbeitszeit) also 5,4 cbm Luft, also rund 5—6 cbm. Es enthält nun aber nach **Kühne**:

	Stickstoff	Sauerstoff	Kohlensäure
die reine eingeatmete Luft	79,15	20,81	0,04 %
die ausgeatmete Luft . .	75,55	16,03	4,38 %
	Differenz:	— 4,78 O	+ 4,34 CO_2

Denkt man sich nun in einem hermetisch[2]) geschlossenen, mit reiner

[1]) Nicht zu verwechseln mit kohlenoxydhaltigem Blut, welches kirschrot aussieht.

[2]) Der Ausdruck **hermetisch** verschlossenes (versiegeltes) Gefäss, d. h. dessen Inhalt gegen jedes Verdunsten und gegen jedes Eindringen eines Stoffes von aussen her geschützt ist, wird abgeleitet von dem mystischen Hermes Trismegistos (dem dreimal Grössten), dem als Vater der Alchemie u. a. auch die Kunst zugeschrieben wurde,

Luft gefülltem Raum Individuen, von denen jedem einzelnen 5,4 cbm dieser reinen Luft zur Verfügung stehen, so müssen nach einer Stunde Aufenthalt in diesem Raume in dem Luftwürfel eines jeden, unter Zugrundelegung der obigen Zahlen für Sauerstoffverbrauch, bezw. Kohlensäureproduktion, bereits 25,41 l Sauerstoff zu wenig und 23,44 l Kohlensäure zu viel vorhanden sein. Denkt man sich also diese Individuen in demselben fest geschlossenen Raume weiterleben, so muss in absehbarer Zeit ein Moment kommen, wo der zur Unterhaltung der Atmung notwendige Sauerstoff der Luft des Raumes verbraucht und durch Kohlensäure ersetzt ist; die Luft ist also nicht mehr fähig, das Leben zu unterhalten, das Leben der in dem Raume eingeschlossenen Individuen erlischt, d. h. — sie ersticken.

Dass viele Menschen, in einem nicht einmal hermetisch abgeschlossenen, sondern nur nicht gelüfteten Raum eingeschlossen gehalten, infolge der rasch sich steigernden Verschlechterung der Luft dem Erstickungstode thatsächlich verfallen, beweist z. B. jener traurige Vorgang, der während des grässlichen indischen Militäraufstandes der Sepoys in Cawnpur sich ereignete. Nachdem der dort kommandierende General Hugh Wheeler nach tapferem Widerstande sich ergeben und der die Sepoys führende Mahrattenfürst Nena Sahib u. a. den über 200 zählenden Frauen und Kindern freien Abzug zugesichert hatte, brach letzterer sein Wort und überliess Weiber und Kinder den Soldaten. Diese schlossen die ganze Schar in einen ganz unzulänglichen Raum ein, in welchem die Unglücklichen, mit Ausnahme der zu einem noch schrecklicheren Geschick herausgeholten Mädchen und jungen Frauen, nach kurzer Zeit elend erstickten.

Es muss also in jedem Raume, in welchem Menschen wohnen oder arbeiten, eine Erneuerung der Atemluft möglich sein, und zwar, wie Erfahrung und Berechnung gezeigt und gelehrt haben, in einer Menge von etwa 60 cbm zugeführter Luft pro Kopf und Stunde, wenn alle Einflüsse, durch welche die Luft verunreinigt wird, kompensiert werden sollen (näheres s. III. Abschnitt, B).

Ein einzelner Mann in entsprechender Wohnung bedarf nur des natürlichen Luftwechsels, welcher durch die Mauern der Gebäude, durch Ritzen der Fenster und Thüren statt hat. Ansammlungen von Menschen in geschlossenen Räumen erfordern schon besondere Vorkehrungen für die Lüftung, aber diese werden einfacher sein können, wo es sich um einen unterbrochenen Aufenthalt in geschlossenen Räumen handelt, welche in gewissen Zeiträumen — so in Schulen und Theatern in Pausen und Zwischenakten — energisch gelüftet werden können; die Lüftungseinrichtungen werden verstärkt werden müssen da, wo es sich um tagelangen, wenig oder gar nicht unterbrochenen Aufenthalt in denselben

Gefässe im obigen Sinne zu verschliessen. Die Schriften des Hermes Trismegistos sollen die neuplatonische Schule (von Mitte des 3. Jahrhunderts vor Christo) beeinflusst haben.

Räumen — wie in Fabriken, Gefängnissen — handelt, und gebieterisch wird die Forderung energischer Lüftung da, wo es sich um fortgesetzten, nie unterbrochenen Aufenthalt im geschlossenen Raume handelt, wo es neben den gewöhnlichen noch aussergewöhnliche Quellen für die Luftverunreinigung giebt, also in Krankenstuben und Krankensälen.

Es fragt sich nun, von welchem Punkte ab ist eine Luft als unbrauchbar, also auch als gesundheitsgefährlich zu betrachten.

c. Der Maassstab für die Beurteilung der chemischen Reinheit der Luft in geschlossenen, Menschen zum längeren Aufenthalt dienenden Räumen.

Früher benutzte man als Maassstab für die Reinheit einer Luft nur den Geruchssinn, bis v. Pettenkofer diese höchst ungenaue, weil subjektive Methode — wenn das überhaupt eine Methode genannt werden darf — durch eine sichere, exakte, objektive Bestimmung ersetzte, indem er den Gehalt der Luft an Kohlensäure als Maassstab für den Grad der Verunreinigung gelten liess.

v. Pettenkofer nahm dabei an, dass zwar noch andere gasförmige Produkte, von denen weiter unten die Rede sein wird, die Luft verschlechterten, dass aber die Zunahme der Kohlensäure in der Luft jenen gasförmigen Luftverschlechterungen proportional sei und somit die Messung des Kohlensäuregehalts allein uns ein richtiges Urteil über den Grad der Reinheit einer Luft gestatten müsse. Daneben glaubte aber v. Pettenkofer früher auch noch, dass allerdings der Geruch in einem Parallelverhältnis zum Kohlensäuregehalt einer Atmungsluft stehe.

An dem ersteren Grundsatze, den Kohlensäuregehalt als Maassstab für den Grad der Luftverunreinigung anzusehen, hält man heute noch fest, jedoch das subjektive Kriterium des Geruchs wird für die Bestimmung der Qualität einer Luft als nicht mehr maassgebend angesehen. Thatsächlich ist auch festgestellt, dass man bei einem noch zulässigen Kohlensäuregehalt von 0,6 pro mille noch sehr deutlich übeln Geruch bemerkte, ja dass z. B. mit Verwundeten belegte Krankensäle bei demselben Kohlensäuregehalt und trotz einer bis auf das äusserste gesteigerten Luftzufuhr (110 cbm pro Kopf und Stunde) noch unerträglich stanken.

Es beruht eben darauf, dass der üble Geruch, der sich der Luft in einem Raume beimengt, in welchem sich viele Menschen aufhalten, durchaus nicht nur von gasförmigen Produkten herrührt, welche von dem Menschen selbst stammen. Häufig können vielmehr in dem in keinem Raume fehlenden Staube mikroskopisch kleinste Keime enthalten sein,

welche recht erhebliche und sehr belästigende Gerüche entwickeln können. So fand man in nach Ehrenberg's Vorgang angestellten Versuchen in der Luft pro Kubikcentimeter 2 bis 25 mg Staubteilchen, von denen 25% organischer Natur, d. h. also Mikrobien[1]) oder Mikroorganismen[2]) (Bakterien,[3]) Bazillen,[4]) Kokken)[5]) waren. Pasteur, Cohn, Lister, Nägeli, Wernich verfolgten diese Thatsachen weiter, stellten neue Versuche an, welche nicht nur das Vorhandensein der Bakterien im Staube bewiesen, sondern auch ausser Zweifel stellten, dass unter den letzteren krankheiterregende Mikrobien nicht selten seien, dass ferner diese Mikrobien mit dem Staube durch einen Luftstrom von nur 1 bis 5 m Geschwindigkeit pro Sekunde in Bewegung gesetzt werden können. Diese Geschwindigkeit aber ist diejenige, welche bei Lüftungssystemen noch gestattet werden kann, da sie noch nicht als Zugwirkung empfunden wird, was selbstverständlich bei keinem Lüftungssystem vorkommen darf.

Auch nach neuen Versuchen von Hermans[6]) genügt das aus der wasserreichen Luft mit Menschen angefüllter Räume sich niederschlagende Kondensationswasser, um den in dem unvermeidlichen Staub unserer Wohnungen, auch wohl in schmutzigen Kleidern vorhandenen Mikrobien, besonders den Spalt- und Schimmelpilzen, Gelegenheit zur Wucherung und damit auch zur Entwickelung riechender Substanzen zu geben.

Hieraus folgt vor allem, dass wir, um eine reine Atmungsluft in geschlossenen Räumen zu haben und zu erhalten, nicht nur frische Luft zuführen, sondern auch vor allen Dingen den Staub, als eine nicht ungefährliche Quelle der Luftverunreinigung, energisch beseitigen müssen. Eine solche Quelle der Luftverderbnis bestehen zu lassen und zu versuchen, dieselbe durch vermehrte Lüftung zu beseitigen, ist ein ebenso vergebliches wie thörichtes Bemühen. v. Pettenkofer bezeichnet die Verwendung einer Ventilation gegen vermeidliche Luftverunreinigungen als eine Verschwendung und fügt mehr drastisch als schön hinzu: „Wenn ich einen Düngerhaufen im Zimmer habe, so thue ich viel gescheiter, den Düngerhaufen zu entfernen, anstatt das Zimmer stärker zu ventilieren."

Wir müssen also da, wo wir gute Luft haben wollen, vor allem peinlichste Reinlichkeit des Raumes selbst verlangen, weil wir damit allein die vermeidlichen Luftverunreinigungsquellen thatsächlich wirksam zu beseitigen vermögen. Wie sieht es aber mit

[1]) Von *μικρός* klein, *βίος* Leben.

[2]) S. Seite 16, Anm. 1.

[3]) Diminutiv von *βάκτρον* Stab.

[4]) Bacillus Stäbchen, Diminutiv von baculus Stab.

[5]) *Κόκκος* Kern (der Baumfrüchte, Beere).

[6]) Archiv für Hygiene I, 1.

dieser auch von v. Pettenkofer so stark betonten Reinlichkeit in Wirklichkeit aus? Jeder, der in seinem Leben viele Fabriken besucht hat, wird sich erinnern, dass bei einer grossen Anzahl derselben schon das Äussere einen geradezu verwahrlosten Eindruck macht. Oft hat man den Eindruck, als können die der Fabrik zum Unterkommen dienenden Gebäude gar nicht ad hoc gebaut sein, als seien sie vielmehr halbfertig gewordene Neubauten, die dann durch irgend einen Zufall zur Fabrik benutzt seien. Baufällige Treppen, von Schmutz starrende Stufen, schlecht schliessende Thüren und ein entsetzlich schmutziger Fussboden vervollständigen das Bild. In den Grobwebereien bildet oft das von den Stühlen abtropfende Schmiermaterial mit dem den Boden bedeckenden Flaum einen schmierigen, ekelhaft dünstenden Belag des Fussbodens. Kommt dazu noch die geniale Einrichtung, dass die Aborte in so enger Verbindung mit den Spinnsälen liegen, dass deren ammoniakalische Gerüche in den Saal hineinströmen,[1]) dann dürfte allerdings der Gipfel der unzweckmässigen Einrichtung und Unreinlichkeit erreicht sein. Dagegen hilft keine künstliche Ventilation, und dazu ist sie auch nicht da. Ventilation und strengste Reinlichkeit müssen Hand in Hand gehen. Dass es aber möglich ist, Fabriken gut zu bauen und in gutem reinlichem Zustande zu erhalten, und zwar trotz energischsten Betriebes, das zeigt z. B. die Kammgarnspinnerei von Hardt & Comp. in Lennep. Dort kann sich jeder überzeugen, dass es möglich ist, bei tüchtiger Arbeit eine weitgehende Sauberkeit durchzuführen. Dem entsprechend sieht man dort auch Arbeiter und Arbeiterinnen in ordentlichen, und nicht, wie so oft, in halb oder ganz zerrissenen Anzügen. Sicherlich hebt das auch das Gefühl der Leute ganz gewaltig, wenn sie sehen, dass nicht nur das Verdienen in die erste Linie gestellt wird, sondern dass auch für die Gesundheit und für das Wohlergehen der Arbeiter nach Möglichkeit gesorgt wird. Und ist es denn nicht gerecht, dass man den lebendigen Maschinen nicht mindestens dieselbe Sorgfalt angedeihen lässt, wie den toten, die doch auch in regelmässigem Turnus geputzt und wenn nötig repariert werden!

Wir bedürfen also, um auf unser Thema zurückzukommen, einer besonderen Lüftung nur, um die unvermeidlichen Quellen der Luftverunreinigung auszugleichen. Die beste Ventilation wird aber immer die sein, welche danach strebt, die Quellen einer etwaigen Verschlechterung der Luft eines Raumes womöglich am Orte ihrer Entstehung abzufangen, damit die bezüglichen Bestandteile gar nicht erst in die Atemluft hineinkommen. Diese unvermeidlichen Arten der Luftverunreinigung haben wir noch besonders zu besprechen.

d. Die unvermeidlichen Quellen der chemischen Verunreinigung der Atemluft in den, Menschen zum Aufenthalt dienenden Räumen.

1. Die wesentlichste Verunreinigung der Luft der Wohnräume geht vom Menschen selbst aus. Der Mensch produziert als

[1]) Vergl. Schuler und Burkhardt, Untersuchungen über die Gesundheitsverhältnisse der Fabrikbevölkerung in der Schweiz. Aarau 1889.

Erwachsener bei gewöhnlicher Mittelkost in der Stunde bei Tage etwa 20 l Kohlensäure in der Ruhe, und 35—40 l pro Stunde während der Arbeit, wobei zu bemerken ist, dass dieser Kohlensäuregehalt selbstverständlich nach Konstitution, Alter, Gewicht — die Nahrung als gleich angenommen, anderenfalls auch erheblich nach dieser — bei den verschiedenen Konstitutionen recht bedeutenden Schwankungen unterworfen ist. — König[1]) reproduziert eine Versuchsreihe von Scharling, nach der die stündliche Abgabe von Kohlensäure beträgt:

	Alter Jahre	Körpergewicht kg	Kohlensäure l
bei einem Knaben	$9^3/_4$	22	10,3
„ „ Mädchen . . .	10	23	9,7
„ „ Jüngling . . .	16	55,75	17,4
„ einer Jungfrau . . .	17	55,75	12,9
„ einem Manne	28	82,00	18,6
„ einer Frau	35	65,50	17,0

Dieses entspricht für die gesamten obigen Angaben einer Exhalation von 0,3381 l Kohlensäure pro Stunde und Kilogramm des Körpergewichtes und, bei Ausserachtlassung der Kinder, einem Mittel von 0,307 l Kohlensäure pro Kilogramm des Körpergewichtes der Erwachsenen.

2. Auch aus der Bodenluft gelangt Kohlensäure — und unter Umständen sogar in grossen Mengen — in die Luft der Wohn- und Arbeitsräume. Die Bodenluft enthält um so mehr Kohlensäure, je mehr sie mit organischen Stoffen durchsetzt ist, und um so mehr vermag sie an Wohn- oder Arbeitsräume abzugeben. So fand J. Forster an einem Oktobertage in der Luft eines Kellers, in welchem Most gärte, und in der Luft einiger über diesem Keller gelegener Zimmer folgende Verhältnisse:

		Bei einer Temperatur von	Kohlensäure ‰
Am frühen Nachmittag	in der Luftschicht dicht über dem Kellerboden	14,0°	30,49
	in dem Parterrezimmer über dem Keller . . .	15,8°	1,63
	in einem Zimmer der I. Etage über dem Keller	14,4°	1,08
Am Abend	in der Luftschicht dicht über dem Boden des Kellers	13,0°	3,06
	in dem Parterrezimmer darüber geheizt . . .	22,4°	1,88
	in dem Zimmer der I. Etage über dem Keller geheizt	22,8°	1,48

Bedenkt man, dass diese Zimmer nicht bewohnt waren und dennoch einen 3 bis 5mal grösseren Kohlensäuregehalt hatten als die reine Luft, so muss man zugeben, dass in diesem Falle die Kohlensäure aus

[1]) König, Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel II. Bd., S. 700. Berlin 1883.

dem Keller angesaugt worden ist. Denn naturgemäss muss, sobald die Wohnungsluft wärmer als die Kellerluft ist, ein Auftrieb von Luft in der Richtung vom Keller her in die darüber gelegenen Zimmer stattfinden und deren Luft verschlechtern.

3. Der Auftrieb der Luft in den Häusern, welcher im Winter infolge der Heizung in der Regel von der unteren in die nächst höhere Etage, allerdings in wechselnder Intensität, statt hat — eine Thatsache, von der man sich häufig unfreiwillig überzeugt, indem man z. B. in seinen Zimmern den Tabak riecht, den der darunter Wohnende geraucht hat —, kann ebenfalls die Luft verschlechtern, indem die Luft die Füllböden oder Zwischendecken passiert und diese oft recht ansehnliche Kohlensäurereservoire darstellen. Besonders war dies der Fall in älteren und alten Häusern, deren Zwischendecken man mit altem Bauschutt, d. h. mit dem keimreichsten Material, ausfüllte. Tritt hierzu die Wärme und bei undichter Dielung und reichlichem Abwaschen der Fussböden die nötige Feuchtigkeit, so entwickeln sich in den Fehlböden energische Vegetationen, die oft genug pathogener Natur sind. So fand Emmerich in derartigen Füllböden die Pneumoniekokken. Seitdem man auf das Füllmaterial dieser Zwischendecken acht giebt und anstatt Bauschutt reine Asche oder Flusssand — falls dieser nicht eine zu grosse Last abgiebt — verwendet, ist dieser Übelstand wesentlich geringer geworden.

4. Grössere Mengen von Kohlensäure entstehen bei der künstlichen Beleuchtung und entweichen in die Luft. Neben Kohlensäure werden dabei Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff u. s. w., also zum Teil Produkte einer unvollkommenen Verbrennung erzeugt. Über die Menge derselben bei den verschiedenen Beleuchtungsarten machte Erismann Versuche, deren Resultate er, auf den gleichen Lichteffekt von 6 Normalkerzen reduziert, wie folgt angiebt: Es erzeugen pro 1000 cbm bei gleichem Lichteffekt:

				Luftverunreinigung des Petroleum = 1 gesetzt, ergiebt sich das Verhältnis	
		Kohlensäure	Kohlenwasserstoff	Kohlensäure	Kohlenwasserstoff
1. Luft aus der Mitte des beleuchteten Raumes:	Petroleum	0,24	0,014	1,0	1,0
	Rüböl	0,48	0,056	2,0	4,0
	Leuchtgas	0,75	0,056	3,1	4,0
	Kerzen	2,31	0,083	9,6	6,0
2. Luft aus vier Schichten des beleuchteten Raumes:	Petroleum	0,56	0,017	1,0	1,0
	Rüböl	0,74	0,069	0,8	4,1
	Leuchtgas	1,09	0,072	2,0	4,4
	Kerzen	1,25	0,187	2,2	11,0

Der grösste Teil der Kohlensäure wird indes durch natürliche Ventilation wieder abgeführt. Nach Erismann liefern vier Erwachsene ebenso viel Kohlensäure an die Luft ab wie eine Leuchtgasflamme von einer Normalkerzenlichtstärke. Behufs Beurteilung einer durch die Beleuchtung verunreinigten Luft ist übrigens festzuhalten, dass, wenn auch Erismann verlangt, es solle in einem beleuchteten Raume der Kohlensäuregehalt 0,7 $^0/_0$ nicht übersteigen, in diesem Falle die Kohlensäure allein den Maassstab für den Grad der Luftverunreinigung nicht mehr abzugeben vermag, da die Menge der unvollkommenen Verbrennungsprodukte ganz wesentlich bei der Luftverderbnis mitspricht.

Eine andere Rechnung giebt die Zeitschrift für die elektrische Ausstellung des Jahres 1883 an. Danach lieferten, berechnet auf 100 Kerzen Lichtstärke mit einstündiger Brenndauer:

	Wasserdampf kg	Kohlensäure cbm	Wärmeeinheiten
die elektrische Bogenlampe	0,—	0,—	57
„ Inkandescenzlampe	0,—	0,—	290
„ Petroleumlampe	0,60	0,95	7200
der Gasargandbrenner	0,86	0,46	4860
die Rüböllampe	0,85	1,00	6800
„ Paraffinkerze	0,99	1,22	9200
„ Talgkerze	1,05	1,45	9700

Pettenkofer stellt folgende Berechnung an: Eine Kerze, die pro Stunde 10 g verbrennt, giebt pro Stunde ab: 0,011 kg Wasserdampf, 0,0014 cbm Kohlensäure, 97 Wärmeeinheiten. Eine Gasflamme, die pro Stunde 140 l Steinkohlengas verbrennt, giebt ab: 0,156 kg Wasserdampf, 0,082 cbm Kohlensäure, 878 Wärmeeinheiten. Der Mensch giebt pro Stunde an die Luft ab: 0,033 kg Wasserdampf, 0,022 cbm Kohlensäure, 92 Wärmeeinheiten.

Hiernach hat also die elektrische Beleuchtung ausserordentliche Vorzüge hinsichtlich der Reinerhaltung der Luft, aber dadurch, dass sie nicht auf die Temperatur einwirkt, geht der aus der Temperatur für die Ventilation entstehende Nutzeffekt verloren. Gegen die Gasbeleuchtung macht man ja mit Recht die beiden Üebelstände der übermässigen Erhitzung der Luft des beleuchteten Raumes, der Verschlechterung dieser Luft durch die Verbrennungsprodukte (Kohlensäure) und die entweichenden nicht verbrannten Gase geltend. Man versprach sich daher durch Einführung der elektrischen Beleuchtung eine gut temperierte und eine reine Luft. Letztere Voraussetzung scheint, nach sehr interessanten Versuchen v. Pettenkofer's nur zum kleineren Teile zuzutreffen.

Es beruht dies darauf, dass bei der Gasbeleuchtung infolge der Er-

hitzung der Innenluft eine je nach der Jahreszeit grössere oder kleinere, an sich aber immer bedeutende Temperaturdifferenz eintritt, welche den Luftwechsel ausserordentlich begünstigt. Bei elektrischer Beleuchtung fällt aber diese Temperaturdifferenz fast ganz fort, und es wird daher auch die ausgeatmete Kohlensäure nicht besonders rapide fortgeschafft werden können.

Hieraus ist der sehr wichtige Schluss zu ziehen, dass, wenn man Räume, in denen sich viele Menschen dauernd aufhalten sollen (also Fabriken, Arbeitssäle u. s. w.), elektrisch beleuchten will, der Lüftung alsdann eine ganz besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden ist.

Vom höchsten Interesse sind unter diesen Umständen neue Versuche von Renk-Halle,[1]) welcher den Gasargandbrenner mit dem jetzt wohl schon überall bekannten Auerschen Gasglühlicht verglich. Bei Beleuchtung mit dem ersteren stieg der Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchsraume von 0,992 auf 4,386 $^0/_0$, also um 3,394 $^0/_0$, während bei Beleuchtung mit dem letzteren unter gleichen Bedingungen der Kohlensäuregehalt während der Versuchsdauer nur von 0,946 auf 2,373 $^0/_0$, also nur um 1,427 $^0/_0$ sich erhöhte. Da ferner das Glühlicht nie blakt, keine unvollkommenen Verbrennungsprodukte in die Luft entsendet, da es die Temperatur, worauf wir unten noch zurückkommen, um 50 $^0/_0$ weniger erhitzt als der Arganddgasbrenner, so kann das Gasglühlicht thatsächlich in sehr ernster Weise die Konkurrenz mit dem elektrischen Licht aufnehmen.

Eine Verschlechterung der Luft durch schwefelige Säure oder Schwefelsäure, welche beim Verbrennen nicht vollkommen guten Leuchtgases und ebensolchen Petroleums und Stearins entsteht, will Wolffhügel[2]) in dem Sinne nicht durch Ventilation beseitigt wissen, als er diese Quelle der Verunreinigung der Luft als eine vermeidliche ansieht. Er will, dass, wie in England, für die Beschaffenheit des Leuchtgases eine Zulässigkeitsgrenze für den Schwefelgehalt gesetzlich festgelegt werde. Da wir aber ein solches Gesetz noch nicht haben, so müssen wir für unseren Zweck diese Verunreinigung zunächst noch als eine unvermeidliche betrachten.

Im Stearin soll von dem zu seiner Darstellung angewendeten Verfahren noch Schwefelsäure zurückgeblieben sein,[3]) Petroleum kann nach Wolffhügel von der zu seiner Raffination aufgewendeten Schwefelsäure nicht vollkommen wieder befreit sein, auch kann es noch von dem im

[1]) Pharm. Centralbl. 1893, No. 25.
[2]) Vergl. dessen vortreffliche Schrift: Zur Lehre vom Luftwechsel. München 1893.
[3]) Cramer, Archiv f. Hyg. X, S. 322.

Rohöl enthaltenen Petroleum schwefelhaltige Verbindungen enthalten. Das Leuchtgas endlich soll mit Schwefelkohlenstoff und organischen Schwefelverbindungen, selten noch mit Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium verunreinigt sein, würde aber in jedem solchen Falle diese Verbindungen an die Luft abgeben. Selbstverständlich wirken alle diese Beimengungen der Atemluft erst schädlich, wenn sie in einer gewissen Konzentration vorhanden sind. Es hat nun England für den Schwefelgehalt im Kubikmeter Leuchtgas 0,57 g Schwefel gesetzlich festgesetzt, Wolffhügel meint aber mit Fischer,[1]) dass dieser Maximalgehalt höchstens auf 0,3 bis 0,4 g Schwefel im Kubikmeter herunterzudrücken sei, was aber eben nur auf dem Wege der Gesetzgebung zu erreichen ist. Schwefelwasserstoff dürfte im Leuchtgas überhaupt nicht vorkommen.

Wie mag nun in Deutschland diese Sache in praxi aussehen? Wir vermuten schlimm genug! Denn da bei uns grössere Fabriken oft genug das Leuchtgas nebenbei selbst produzieren, so mag dessen Reinheit vielleicht zu wünschen lassen.

Ferner kann, wie ebenfalls Wolffhügel in seiner citierten Arbeit lehrt, auch Ammoniak aus dem Leuchtgas in die Luft übergehen, da Steinkohlengas bei regelmässigem gutem Betriebe niemals mehr als 0,17 g Ammoniak im Kubikmeter enthalten darf, eine Grenzziffer, welche Rubner noch auf 0,15 g heruntersetzt. Ob das Ammoniak beim Verbrennen des Leuchtgases oxydiert werde oder nicht, steht noch dahin; übrigens werden in der Regel die der Atemluft beigemengten irrespirablen Gase nicht in gefahrvoller Menge auftreten. Mehr könnte in dieser Richtung die Untersalpetersäure leisten, welche beim Verbrennen des Leuchtgases einmal aus den stickstoffhaltigen Teilen des Beleuchtungsmaterials oder aber auch aus dem in den Verbrennungsprozess hineingelangenden Stickstoff der äusseren Luft gebildet werden kann. Über die Tragweite dieser Luftverunreinigung bedarf es noch weiterer Versuche. Wolffhügel ist gewiss mit vollem Recht der Ansicht, dass man in erster Linie dafür zu sorgen hat, dass die Herstellung der für die künstliche Beleuchtung gebräuchlichen Materialien eine tadellose sei und eine Beimengung von unerwünschten Nebenprodukten in irgend welcher erheblichen Menge ausschliesst. Das Auersche Gasglühlicht ist auch in dieser Richtung, wenn auch in etwas anderem Sinne, ein tüchtiger Schritt nach vorwärts.

5. Auch schlecht konstruierte Öfen können Kohlensäure an die Luft abgeben, während gut gebaute Öfen bekanntlich direkt als Ventilatoren wirken, so zwar, dass ein Ofen im Durchschnitt etwa $^1/_3$ der für

[1]) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege XV, S. 621.

den Menschen nötigen, pro Kopf und Stunde auf 60 cbm zu berechnenden Luftzufuhr zu bewirken vermag. (S. Abschnitt IV.)

6. Die Verschlechterung der Luft durch Hautausdünstung (Perspiration) ist ein noch nicht ganz aufgeklärtes Gebiet. Allgemein glaubt man, dass der Mensch ausser der Kohlensäure durch Hautausdünstung und Atmung noch eine Reihe flüchtiger organischer Stoffe an die ihn umgebende Luft abgebe, welche, wieder eingeatmet, nach kürzerer oder längerer Dauer eine Art giftiger Wirkung auszuüben vermöchten. Auch der eigentümliche üble Geruch, der sich bei längerem Aufenthalt vieler Menschen in geschlossenem Raume entwickelt, soll von diesen Stoffen herrühren. Ohne dieselben genauer zu kennen, nahm man an, es ausser mit Kohlensäure, mit Ammoniak, flüchtigen organischen Fettsäuren, Schwefelwasserstoff, Sumpfgas u. s. w. zu thun zu haben.

Nachdem schon die diese Ansicht anfänglich bestätigenden Versuche von Seegen und Nowak an Kaninchen als fehlerhaft und somit als nicht beweiskräftig erkannt waren, hat Hermans-Amsterdam durch sorgfältige, zusammen mit Forster nur am Menschen (zumeist an Hermans selbst) angestellte Versuche folgendes bewiesen:[1] Der Mensch giebt an die Luft flüchtige organische Substanzen nur ab, wenn sich dergleichen leicht zersetzliche Verbindungen an seinen Kleidern oder an seiner Körperoberfläche finden, oder mit anderen Worten, derartige vom Menschen herstammende Stoffe finden sich nur bei Unreinlichkeiten oder bei Krankheitszuständen, also z. B. bei Hautkranken, bei Leuten, die behaftet sind mit schlechten Zähnen, mit Fussschweiss, mit Fluor albus u. dgl., ferner bei Individuen, bei denen sich infolge unzweckmässiger Ernährung reichliche Darmgase bilden. Wohl aber können bei Personen, die z. B. wollenes Zeug über die Gebühr lange tragen, oder unter ähnlichen Umständen aus mit Hauttalg, hauptsächlich aber mit Schweiss durchsetzten Kleidern die in Rede stehenden flüchtigen organischen Substanzen, durch Zersetzung des Schweisses in flüchtige Fettsäuren, sich entwickeln. Bei einem gesunden, normalen Menschen aber, der an Körper und Kleidung peinlich reinlich ist, bei dem Darmgase sich nicht bemerkbar machen, wurde niemals eine Entwickelung gasförmiger organischer Substanzen in bestimmbarer Menge beobachtet. Allerdings hatten nach Hermans Brown-Séquard und d'Arsonval[2]) über neuere Versuche mit gegenteiligem Erfolge berichtet, indes wurden sie sehr bald entscheidend von einer ganzen Reihe von Autoren widerlegt, so dass Hermans' Versuche für uns zunächst noch beweisend sind.

[1]) S. Archiv für Hygiene I, 1.

[2]) Comptes rendus, Band 106, S. 106.

Wolffhügel[1]) weist darauf hin, dass bei dem Einfluss eingeatmeter verdorbener Luft es sich eher um eine schleichende, allmählich zu Tage tretende Giftwirkung handele. Es sei weniger die Anhäufung frischer Ausdünstungsstoffe oder flüchtiger organischer Substanzen, als deren mit der Zeit erfolgende Zersetzung, welche das Wohlbefinden stören und sanitäre Bedenken erregen könne. Diese Zersetzung trifft besonders die Stoffe, die sich an den Wänden niedergeschlagen haben.[2])

Jedenfalls stand aber nach Hermans' Versuchen fest, dass der Aufenthaltsraum (ein zu diesem Zweck gebauter, zwei Menschen fassender Eisenblechkasten mit einer Glaswand) nach den bis auf 8 Stunden ausgedehnten Versuchen stark erwärmt und die Luft desselben sehr wasserreich war. Als Wirkung erhöhter Temperatur und erhöhten Feuchtigkeitsgehalts der Atemluft, nicht aber als Wirkung einer grösseren Menge fremdartiger Re- und Perspirationsprodukte, sieht denn auch Hermans das Übelbefinden, die Ohnmacht an, welche Personen bei längerem Verweilen in stark gefüllten oder überfüllten Räumen zuweilen befällt. Denn Hand in Hand mit der Bereicherung der Luft an Wasserdampf verhindert die ebenfalls eintretende Temperaturerhöhung derselben bei längerem Aufenthalt des Menschen in ungenügend ventilierten Räumen dessen zweckmässige Abkühlung um so mehr, je ungünstiger in solchen Räumen, wo die Menschen eng an einander sitzen oder stehen, die Bedingungen für die Wärmeabgabe durch Strahlung sind.

Auf Beseitigung des Wasserdampfes und auf Abkühlung der Atemluft wird also eine zweckmässige Lüftung einwirken müssen, welche naturgemäss auch da, wo infolge von Unsauberkeit oder Krankheit Zersetzungsvorgänge an der Körperoberfläche oder in den Kleidern auftreten, wohlthätig wirken muss.

Hieraus folgt auch, dass man der Arbeitskleidung eine weit grössere Aufmerksamkeit zu schenken hat, als dies bisher geschehen ist. Die in den Kleidern sitzenden, oft niemals entfernten, in Zersetzung begriffenen Schmutzmassen sind sicher ebenfalls eine erhebliche Quelle der Luftverschlechterung, welche aber in sehr weitem Grade eine vermeidbare ist.

Trotz der vielen Luftverschlechterungsquellen darf man aber doch nicht behaupten, dass die seitens der Beleuchtung geschaffenen Luftverunreinigungsquellen den Sauerstoffgehalt der Luft herabsetzen können, was Schuler und Burkhardt,[3]) wenn wir sie anders richtig verstanden haben, für möglich zu halten scheinen, indem sie in dicht

[1]) a. a. O. S. 70.

[2]) Wolffhügel a. a. O. S. 56.

[3]) a. a. O. S. 80.

mit Arbeitern besetzten Räumen mit vielen Gasflammen aus dem viel grösseren Gehalt der Luft an Kohlensäure auf eine viel grössere Konsumtion des Luftsauerstoffes schliessen. Denn einmal ist die atmosphärische Luft vermöge ihres ausserordentlichen Diffusionsvermögens ein konstantes Gemisch, ferner aber kann bekanntlich eine Luftart eine andere nicht verdrängen, da nach dem Dalton'schen Gesetz sich ein Gas gegen ein anderes verhält wie ein leerer Raum.

Kohlenoxyd in bedrohlicher Menge geht nur infolge vermeidlicher Übelstände in die Luft über, beschäftigt uns also hier nicht.

Zu diesen Luftverschlechterungsquellen, die in den verschiedenen Gewerben in verschiedenem Grade sich bemerkbar machen, treten noch andere, welche z. B., wie bereits oben bemerkt, zurückzuführen sind auf den sich zersetzenden Schmutz der Arbeitskleidung, ein Übelstand, der an Regentagen noch fühlbarer werden muss, wenn die Arbeiter gezwungen sind, auch ihre nassen Überkleider und Regenschirme im Fabrikraume zu belassen. Dazu kommen dann noch Gerüche von Esswaren, hier und da auch noch von Tabak, und endlich treten hinzu die zum Teil höchst unangenehm riechenden Ausdünstungen des Arbeitsmaterials und dessen Verarbeitung.

So werden z. B. in den Spinnereien bei dem jetzt überwiegend gebräuchlichen Nassspinnen die Flachsfäden durch heisses Wasser gezogen, wobei sich heisse, sehr übelriechende Dämpfe entwickeln.[1]) In Giessereien tritt nach dem Giessen oft Kohlenoxyd in der Luft des Giessraumes auf, in Buchdruckersälen muss sich die Luft infolge der vielen notwendigen künstlichen Beleuchtungsquellen besonders verschlechtern, in Webereien besteht der gleiche Übelstand, verstärkt noch dadurch, dass die zur Festigung des Fadens dienende Schlichte sich rasch zersetzt und übeln Geruch an die Luft abgiebt. In Kattundruckereien, in denen im Winter die Fenster aus technischen Gründen nicht geöffnet werden dürfen und die Luft mit Wasserdampf fast gesättigt ist — sie enthält 32 bis 89 % Feuchtigkeit —, muss man schon Ventilationseinrichtungen schaffen. In Appreturtrockensälen ist die Luft ebenfalls nicht selten stark mit Wasserdampf geschwängert. In Spinnsälen ist, da die Baumwolle sehr hygroskopisch ist, die Luft sehr trocken. Im Mittel ist ein Feuchtigkeitsgrad (nach dem Haarhygrometer) von 35 %, in Kardensälen aber nur von 22 %, in Spulerei und Haspelei von 48 %, im Schlichtesaal der Weberei von 45 % vorhanden. In den Spinnsälen hilft man sich, wenn nicht durch Verstäubungsapparate, einfach durch Besprengen des Fussbodens.

Im Winter kann auch die Heizung insofern zur Luftverschlechterung beitragen, als sich aus dem auf den Heizflächen niedergeschlagenen Staube beim Erhitzen der ersteren Riechstoffe und Produkte der trockenen Destillation, welche im Halse ein Gefühl von Kratzen und Trockenheit hervorrufen, entwickeln. Wolffhügel[2]) konnte schon bei einer Heizflächentemperatur von 100° diese Destillationsprodukte nachweisen, Bubonoff sogar schon bei einer solchen von 70°. Diese Erfahrungen sprechen nur für die gebieterische Forderung, die Heizflächen oder Heizungsanlagen, so weit wie irgend möglich, staubfrei zu erhalten.

[1]) Popper, Lehrbuch der Arbeiterkrankheiten S. 253. Stuttgart 1882.

[2]) a. a. O. S. 62.

e. Luftbedarf und Ventilation.

Alle diese Momente zeigen uns, dass wir unter bestimmten Umständen einer besonderen Ventilation nicht entraten können, auch da, wo es sich nicht um eine Staubabsaugung handelt. Wir vermeiden ausdrücklich den Ausdruck „künstliche“ Ventilation, da wir im Prinzip diejenige Ventilation für die beste halten, welche ihren Zweck mit den möglichst einfachsten Mitteln erfüllt. Seitdem wir durch v. Pettenkofer wissen, dass die natürliche Ventilation durch die Mauern der Gebäude eine überaus kräftige ist, kann man vielfach der natürlichen Ventilation auch die Hauptbeschaffung der frischen Luft überlassen, besonders wenn man im stande ist, dieselbe durch einfachste Vorrichtungen, wie Klappfenster und dergleichen zu unterstützen. Im Prinzip muss man doch von vornherein von jedem Hause verlangen, dass es seinen Bewohnern genügend Luft und Licht darbiete. Wo aber besondere Ventilationseinrichtungen notwendig sind, da trenne man diese von der Heizung, wie v. Pettenkofer, Wolffhügel u. a. verlangen. Ohne weiteres muss es einleuchten, dass eine enge Verbindung zweier Systeme, von denen das eine Jahr aus Jahr ein, das andere nur einen Teil des Jahres funktionieren soll, unmöglich ist. Mit Wolffhügel sind wir der Ansicht, dass eine Ventilationsanlage, bei welcher die Luft durch Druck in den zu ventilierenden Raum eingetrieben wird, die sicherste Wirkung verspricht. Dabei wähle man die kürzesten Wege, weil diese am leichtesten zu reinigen und in ihnen auch am wenigsten rückläufige Bewegungen der Ventilationsluft zu besorgen sind.[1]) Letztere kommen nach v. Pettenkofer besonders da vor, wo die Luft aus mehreren Räumen in einem Sammelkanal vereinigt dem Abzugsschlot zugeleitet wird, ohne dass die Anlage mit einer ununterbrochenen Heizung in Verbindung steht. Wolffhügel betont, dass auch heute noch dieselben Fehler wie früher bei Ventilationsanlagen gemacht werden, dass er die Umkehrung der Luftbewegung auch heute noch beobachte.[2]) Besonders leicht trete dieselbe bei den Ventilationsanlagen ein, welche auf dem Prinzip beruhen, dass die kältere Aussenluft die wärmere Innenluft infolge des Druckunterschiedes verdrängen soll. Wird in solchen Fällen die Luft im Abzugskanal nur durch die Hitze des Rauchrohrs erwärmt, so wird diese Erwärmung gerade dann fehlen, wenn der Auftrieb der Luft am meisten verstärkt werden müsste, d. h. im Sommer. Allerdings könnte im Sommer eine solche Anlage nur dann wirken, wenn das Rauchrohr nicht zur Heizung, sondern etwa zu einer das ganze Jahr hindurch im Betriebe befindlichen Maschinenfeuerung gehörte. Auch die künstliche Befeuchtung der Luft kann nach

[1]) Vergl. Wolffhügel a. a. O. S. 24ff.

[2]) a. a. O. S. 22.

Wolffhügel zu einer Quelle der Luftverderbnis werden und bei nicht richtigem Betriebe im Raume den Waschküchengeruch hervorrufen. Wolffhügel glaubt, dass man mit dieser Befeuchtung zu weit gegangen ist, weil man anfangs übersah, dass vielfach der Trockenheit der Luft die Staubverbrennung auf den Heizflächen zu Grunde lag.

Dass durch die Ventilation geradezu Krankheiten erzeugt worden sind, ist mehr als einmal beobachtet.

So berichtet Reclam (in seiner „Gesundheit“), dass in einem gut ventilierten amerikanischen Cottagehause plötzlich fünf Personen an Diphtherie erkrankten, als deren Quelle Fäulnisgase angesehen wurden, welche 10 m von dem Frischluftkanal der Ventilation entfernt von zersetztem Mist und Küchenabfällen exhaliert und durch den Wind in den Kanal getrieben wurden. Im „Gesundheitsingenieur“ [1]) wird berichtet, dass in einem Hause zu Montclair (United States) kurz hintereinander drei Kinder an Diphtherie starben. Wieder waren Fäulnisgase, die von nur wenige Fuss von dem Kaltluftkasten der Heizung faulenden Küchenabfällen aus- und in die Heizkanäle hineinströmten, die Ursache der Infektion. Endlich wurde im Garnisonlazarett Altona die Beobachtung gemacht, dass ein Kranker, dessen Bett nahe an einer Ventilationsöffnung stand, von Diphtherie befallen wurde, als man die Ventilation, die einige Zeit geruht hatte, in Gang setzte. Als man infolgedessen die Stagnationsluft der Ventilationskanäle untersuchte, fand man dieselbe stark verunreinigt, so dass sie sicher krankheitserregend wirken konnte.

Schon oben haben wir gesagt, dass man nach v. Pettenkofer die Kohlensäure als Maassstab für die Verunreinigung der Luft gelten lässt in der Annahme, dass proportional mit derselben die anderen luftverschlechternden Elemente zu- bezw. abnehmen. Wie richtig diese Annahme ist, beweist u. a. eine Zusammenstellung in dem erwähnten Buche von Schuler und Burkhardt.[2]) Diese fanden, dass die Zahl der in der Schweizer Fabrikbevölkerung sehr verbreiteten Rotlauffälle mit Zunahme des Kohlensäuregehaltes, d. h. aber auch mit Zunahme der Häufung der Arbeiter ansteige. Es betrug nämlich in der Industrie

	der Kohlensäuregehalt der Luft im Mittel	während Fälle von Rotlauf kamen auf tausend Arbeiter
der Baumwolldruckerei . . .	0,00070	1,3
„ Baumwollspinnerei	0,00069	2,0
„ Mechanische Werkstätten .	0,00124	2,8
„ Baumwollweberei	0,00137	5,5
„ Stickerei	0,00163	5,0
„ Seidenweberei	0,00210	8,8

Sicher übt die Kohlensäure auf den Rotlauf gar keinen besonderen Einfluss aus; es sind vielmehr die sich proportional derselben vermehrenden und, wie Wolffhügel annimmt, an den Wänden sich niederschlagenden

[1]) 1882, S. 197.

[2]) S. 172.

Keime (mutmaasslich Streptokokken), welche die Krankheit in entsprechendem Maasse unterhalten.

Es hat nun v. Pettenkofer einen Gehalt von 1 ‰ an Kohlensäure für statthaft, oder wenn man will, für unvermeidlich erklärt; Rietschel dagegen findet, dass dieser Gehalt zu oft überschritten wird, und anstatt danach zu streben, eine Luftreinigung bis zu dem Grade zu ermöglichen und diesen Grad von Reinheit festzuhalten, entzieht er sich dieser Schwierigkeit und setzt den Grenzwert auf 1,5 ‰ herauf. Sehen wir nun, dass der Kohlensäuregehalt beträgt[1])

in guten Kattundruckereien . . .	0,00060	auch wohl
	0,00080	
in Baumwollspinnereien	0,00069	
in Baumwolldruckereien	0,00070	
in mechanischen Werkstätten . .	0,00124	
in schlechten Kattundruckereisälen	0,00130	auch wohl
	0,00140	
in Websälen	0,00137	(0,00074 bis 0,00176)
in Stickereisälen	0,00163	
in Haspelsälen	0,00170	
in Seidenwebereien	0,00210	
in Zwirnereien	0,00221	

so sehen wir, dass nach v. Pettenkofer noch vier Räume unter seinen Grenzwert fallen, nach Rietschel allerdings 8 von den 12 Zahlen, ein Verhältnis, das uns nur bestimmen kann, an v. Pettenkofer's Zahl festzuhalten.

Natürlich steht auch die Kohlensäuremenge im engsten Zusammenhange mit dem dem Arbeiter zugemessenen Raum und der ihm zufallenden Luftmenge. So stehen in den so grosse Kohlensäuremengen enthaltenden Zwirnereien den Arbeitern nicht selten nur 6 bis 7 cbm Luftraum zur Verfügung, in alten Baumwolldruckereien 17 cbm, in neuen 27 bis 35 cbm Luftraum. In Giessereien, Schmieden ist der Raum wohl immer gross genug, aber schwer genügend zu ventilieren, ohne dass Zug entsteht. In Spinnereien steht heute ein Luftraum von 85 bis 170 cbm und mehr dem Arbeiter zur Verfügung.

Folgende Zahlen wurden auf meine Bitte in liebenswürdigster Weise, für die ich hiermit meinen besonderen Dank sage, in der bereits erwähnten Musterkammgarnspinnerei von Hardt & Co. in Lennep festgestellt:

In einem Saal kamen auf 24 Arbeiter je 52 cbm Luftraum
" " " " " 122 " " 100 " "
" " " " " 132 " " 108 " "

[1]) Durchschnittswerte nach Schuler und Burkhardt (a. a. O.).

In einem Saal kamen auf 277 Arbeiter je 138 cbm Luftraum
" " " " " 22 " " 220 " "
und den übrigen Arbeitern standen noch grössere Räume zur Verfügung. In den zu Spandau befindlichen staatlichen Instituten (Gewehr-, Munitions-, Pulverfabrik, Artilleriewerkstatt, Geschütz- und Geschossgiesserei, Feuerwerkslaboratorium) kommen 60 cbm Raum auf den Kopf. In einzelnen Teilen der Betriebe ist der Raum pro Kopf kleiner, geht aber nicht unter 30 cbm herunter.

Sicher sind diese Zahlen ausreichend, wenn man bedenkt, dass zu diesen Zahlen die Lufterneuerung hinzukommt und dass v. Pettenkofer 38 cbm stündlich für den Luftbedarf des Erwachsenen im Ruhezustand für ausreichend hält. Dabei verlangt v. Pettenkofer, dass stündlich nicht mehr als 3mal so viel Luft in gleichmässiger Verteilung ein- und austreten kann, als der zu lüftende Raum gross ist. Rietschel verlangt hier das Fünffache, ja bei über 4 m hohen Räumen noch mehr. Wir werden aber auch hierin bei v. Pettenkofer's Ausspruch stehen bleiben, da bei Zu- und Abfuhr eines fünffachen Luftquantums bei grösseren Räumen Zugluft entstehen muss.

Wie wirkt nun die schlechte, zu heisse, zu feuchte und demgemäss die Wärmestrahlung behindernde Luft auf die Gesundheit? Eine klare knappe Antwort kann man nicht geben. v. Pettenkofer sagt hierüber: „Ich glaube nicht, dass schlechte Luft in den Wohnungen direkt krank mache, oder besser ausgedrückt, sofort spezifische Krankheiten erzeuge, wie z. B. die Gifte; ich glaube mithin nicht, dass schlechte Luft geradezu ein Gift sei, sondern ich behaupte nur das, was von keiner einzigen Thatsache widersprochen und von allen unterstützt wird, nämlich, dass schlechte Zimmerluft die Widerstandsfähigkeit gegen jede Art von krankmachenden Agentien herabstimme und schwäche. Alle Einwürfe, welche man gegen die Bedeutung und die Wichtigkeit einer beständig reinen Luft machen und erdenken will, lassen sich von diesem Gesichtspunkt aus bescheiden."

So unangreifbar diese Worte sind, so kann man aber doch wohl noch hinzusetzen, dass eine verdorbene Luft notwendigerweise den Gaswechsel in den Lungen beeinträchtigen muss, dass umgekehrt eine reine, in die Lunge eindringende Luft diese Aufgabe der Atmung besser durchzuführen im stande ist. Woher käme sonst das blasse, blutarme Aussehen der dauernd in schlechter Luft lebenden Personen. Wir nehmen also an, dass die verdorbene Luft die vollkommene Oxydation des Blutes in den Lungen beeinträchtigt und dass daher Anaemie und Chlorose, Blutarmut und Bleichsucht entsteht. Allerdings muss man den Beweis hierfür schuldig bleiben, zumal auch Lehmann sehr richtig darauf hin-

weist, dass noch mehrere andere Faktoren (mangelnde Körperbewegung in frischer Luft und Licht) in derselben Richtung wirken, und uns auch die physiologische Thatsache entgegengehalten werden kann, dass die sogenannten indifferenten Gase, Stickstoff, Wasserstoff, Grubengas, wenn nur mit Sauerstoff gemischt, beliebig lange geatmet werden können (Herrmann). Nur wenn Kohlenoxyd in der Luft sich befindet, kann man direkt die mangelhafte Oxydierung des Blutes beweisen, welche, falls genügend Kohlenoxyd vorhanden, bis zum Erstickungstod dadurch sich steigern muss, dass das genannte Oxyd den Sauerstoff aus dem Haemoglobin der roten Blutkörperchen verdrängt, also das Oxyhaemoglobin in Kohlenoxydhaemoglobin umwandelt. Ein derart umgewandeltes Blutkörperchen kann auch niemals wieder ein Sauerstoffträger werden, da das Kohlenoxydhaemoglobin wohl eine dem Oxyhaemoglobin äquivalente, zugleich aber festere Verbindung darstellt, so dass das Kohlenoxyd zwar durch Stickoxyd, nicht aber wieder durch Sauerstoff ersetzt werden kann.

B. Schädigung der Arbeiter durch Atmen in mechanisch verunreinigter Luft.

a. Staub und Atmung im allgemeinen.

Unsere Atemluft ist voller Staub; jede Hausfrau wird diesen Satz bestätigen, da das Staubwischen eine dringende tägliche Arbeit ist. Somit atmen wir aber auch fortgesetzt mehr oder weniger Staub ein, der überall hinkommt, durch die feinsten Spalten dringt, ja selbst durch solche, welche für das menschliche Auge unsichtbar sind.

Auch macht hierbei die Staubart, ob schwerer ob leichter Staub, keinen Unterschied, es kommt eben nur auf den Grad der Feinheit des Staubes an; selbst Metallstaub kommt in so feinen Teilchen vor, dass dieselben mit Leichtigkeit durch die Luft fortgetragen werden. So fand man z. B. in einem Raume Bleistaub, welcher dicht über dem Fussboden durch Aneinanderreiben von Bleigewichten des Jacquardwebstuhls entstand, auf 4 m über dem Fussboden liegenden Heizröhren in reichlichen Mengen vor.[1])

Als ein anderes Beispiel für die feinste Verteilung, in welcher auch an sich schwerster Staub die Gebäude durchdringt, kann die Thatsache gelten, dass in einem gut gehaltenen, gut ventilierten Fabriketablissement eine Arbeiterin in einem unter den Sälen, in denen Bleistaub bei der Arbeit entstand, belegenen Arbeitsraum an Bleivergiftung erkrankte.

[1]) Heinzerling, Die Gefahren und Krankheiten in der chemischen Industrie etc. Halle 1887.

Es musste also in diesem Falle der Staub die Zimmerdecke durchdrungen haben.

Die Menge des Staubes, welche wir einatmen, wird für gewöhnlich, beim Aufenthalt im Zimmer, gering sein, 'sie vergrössert sich auf der Strasse, besonders bei längere Zeit trockenem Wetter, sie wird bedeutend und belästigend, wenn der Wind uns grosse Staubwolken ins Gesicht treibt, und noch wesentlicher ist die Staubeinatmung bei besonderen Gelegenheiten, z. B. wenn man stundenlang bei ungünstiger Windrichtung mit einer auf staubiger Chaussee sich fortbewegenden Truppenkolonne marschieren muss.

Woraus besteht der gewöhnliche Staub? der Strassenstaub ist ein Gemisch von Resten aller Art, in denen Mineral-, Pflanzen- und Tierreich vertreten sind; wir finden in ihm mineralische Körnchen, die von der Abnutzung des Pflasters, von geriebenem Sand herrühren, ferner Kalkkörnchen, Thonerde und in den Städten die nie fehlende Kohle, Eisenteilchen, die u. a. der Abnutzung der Tausende von Hufeisen und Radreifen ihre Entstehung verdanken, die sich mit dem Strassenpflaster aneinander verbrauchen. Das Pflanzenreich wird durch Pollenkörner, durch Spuren von Schimmelpilzen, Flechten, Algen, durch Zellen der Hefe- und Spaltpilze dargestellt, die zum Teil von den Überresten des leider in den Strassen noch immer zu viel vorhandenen, nach einigem Lagern daselbst von den Rädern der Wagen fein zermahlenen Pferdedunges herstammen; ferner findet man im Staube wohl auch Stärkekörner, und endlich werden darin Reste von Insekten, Epidermisschuppen, angeblich auch noch Infusoriencier gefunden. Im Zimmerstaub herrschen die Pflanzenfasern, Wolle-, Leinenfäserchen vor, im Chaussee- und Strassenstaub tritt das organische Leben zurück, und die mineralischen Bestandteile wiegen vor.

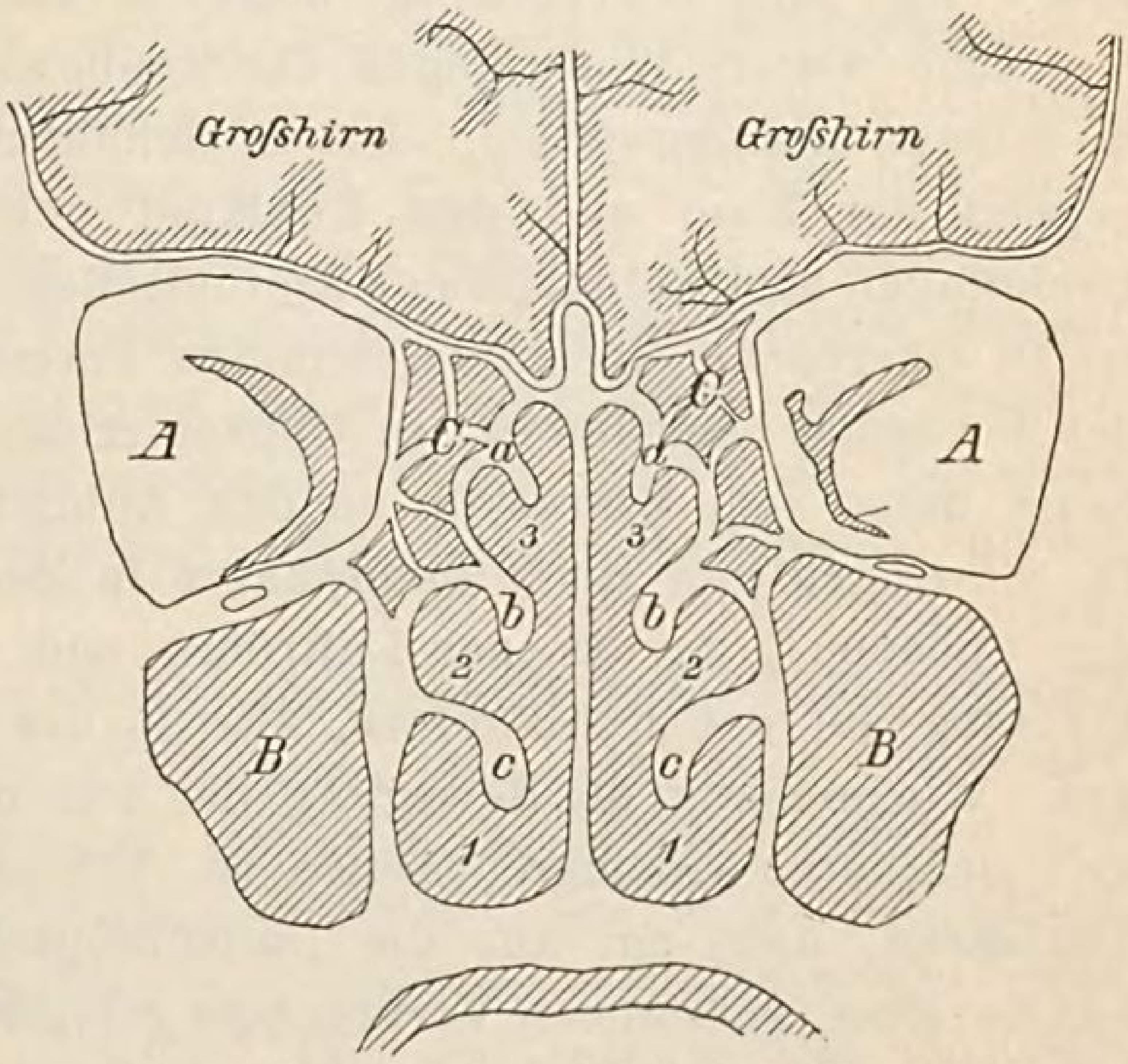
Für gewöhnlich nimmt man an,[1]) dass 1 cbm Luft 6 mg Staub enthalte, ein in den Strassen einer grossen Stadt allerdings oft überschrittenes Quantum. Ein Drittel des Staubes etwa ist pflanzlichen und tierischen also organischen Ursprungs.

Mit jedem Atemzuge dringen also so und so viele Staubteilchen in unsere Atemwege ein, und zwar gelangt der Staub, wie wir hier vorweg bemerken wollen, bis in das innerste Lungengewebe, wenngleich sich schon der Organismus durchaus nicht passiv gegen die Staubeinatmung verhält. Schon die Art und Weise der Atmung fällt hierbei schwer ins Gewicht. Es giebt Tiere, welche vorzugsweise oder nur eine Nasenatmung haben, wie z. B. die Pferde. Das Pferd (und ebenfalls das Schwein)

[1]) Arnould, Éléments d'hygiène. Paris 1881.

kann gar nicht durch den Mund atmen, da der Kehldeckel höher steht als das Gaumensegel. Da aber der eingeatmete Staub in den Nasengängen hängen bleibt und ausgeprustet wird, so behält das Pferd eine vollkommen staubfreie Lunge. So dringt in die Lungen der Kohlenschlepper in den Bergwerken eine grosse Menge Kohlenstaub ein, von dem unten noch mehr die Rede sein wird, während die Lungen der dort gebrauchten Ponnies ganz frei von Kohlenstaub bleiben. Ein ganz vortreffliches Beispiel in dieser Hinsicht giebt uns Arnold[1]) in seinen ausserordentlich wichtigen und hochinteressanten Tierversuchen bezüglich der Staubeinatmung, ein um so wertvolleres Beispiel, als der Umstand, ob Nasen- ob Mundatmung der Tiere statthatte, gar nicht von ihm berücksichtigt worden war. Wir sehen nämlich in einer Reihe von Versuchen, bei denen Arnold Kaninchen und Hunde Smirgelstaub einatmen liess, dass von den Hunden, welche, wie Arnold[2]) ausdrücklich bemerkt, widerstandsfähiger und weniger als die Kaninchen zu Lungenerkrankungen disponiert sind, 50 % an akuter Pneumonie, von den Kaninchen dagegen nur 14,2 % an akuter Pneumonie und an chronischen Lungenleiden zu Grunde gingen. Bedenkt man nun, dass der Hund, besonders sobald er durch irgend etwas in seinem Befinden gestört ist, durch das Maul, das Kaninchen wesentlich durch die Nase atmet, so ist obiger Unterschied nicht mehr auffallend.

Fig. 1.



Querschnitt mitten durch den Kopf.[3])

AA Augenhöhlen, BB Oberkieferhöhlen, CC Siebbeinzellen, aa obere, bb untere Siebbeinmuschel, cc untere Nasenmuschel, 1,1 unterer, 2,2 mittlerer, 3,3 oberer Nasengang.

Der Mensch atmet durch die Nase und durch den Mund. In der Nase wird die Luft in recht erheblicher Weise filtriert, da die Luft durch die Nasengänge streichen muss und an der Schleimhaut derselben (vergl. 1, 2 und 3, Fig. 1) sehr viel feste, in der Atemluft enthaltene Bestandteile hängen bleiben, wie wir uns selbst durch die 12 bis 24 Stunden nach einem in Staubluft verlebten Tage aus der Nase mit dem

[1]) Untersuchungen über Staubinhalation und Staubmetastase. Leipzig 1885.

[2]) a. a. O. S. 122.

[3]) Nach Henke, Atlas.

gewöhnlichen Schleim herausbeförderten Schmutzteilchen überzeugen können. In der Mund- und Rachenhöhle können Gaumensegel, Zungenrücken, Kehldeckel und schliesslich überhaupt die Schleimhaut der Wandungen eine solche defensive Rolle übernehmen. — Bezüglich der Nase aber ist gerade die möglichste Staubbefreiung der eingeatmeten Luft der physiologische Zweck der Nasenmuscheln und nicht etwa der, in der engen Nasenhöhle der mit Riechstoffen geschwängerten Luft eine möglichst grosse Oberfläche zu bieten, wie Hyrtl dies angiebt. Gegen Hyrtl's Ansicht spricht erstens die Thatsache, dass der Mensch seinen Geruchssinn auch nicht im entferntesten der anatomischen Anlage entsprechend ausgebildet hat — in welchem Maasse lernen Tiere, obwohl anatomisch keineswegs vorteilhafter ausgestattet, ihren Geruchssinn verwerten —, und zweitens würde es dann doch unerklärbar sein, dass in dem unteren Abschnitt der Nasenhöhle, den man als Atmungsgegend — regio respiratoria — gegenüber der Riechgegend — regio olfactoria — bezeichnet, sich gerade die grösste aller drei Nasenmuscheln, also auch die ausgedehnteste Schleimhautausbreitung befindet, die, falls Hyrtl Recht hätte, in die Riechgegend gehörte.

Eine weitere Waffe gegen die Staubeinatmung besitzt der Organismus in seinem Flimmerepithel. Die Schleimhaut nämlich, welche die Atemgegend der Nase und den Kehlkopf nebst Luftröhre und ihren Verzweigungen auskleidet, ist mit Epithelzellen ausgekleidet, welche an ihrer freien Oberfläche einen haarförmigen Fortsatz tragen, der in schwingender Bewegung begriffen ist. Im Ganzen erinnern die schwingenden Flimmerhaare unter dem Mikroskop an den Anblick eines wallenden Kornfeldes. Es schwingen nun die Flimmerhaare in der Nase in der Richtung nach den Choanen[1]) zu, in der Luftröhre und ihren Verzweigungen in der Richtung auf den Kehlkopf zu, also in der Richtung aus der Lunge heraus. Wie mächtig die Bewegung der nur mikroskopisch in ihrer Thätigkeit sichtbaren Flimmerepithelien ist, beweist die von Henke beobachtete Thatsache, dass ein auf die Luftröhrenschleimhaut der noch warmen Leiche eines gerichteten Verbrechers gelegtes Minimum von Kohlenpulver binnen 15 Sekunden um die Breite eines Knorpelringes in der Richtung auf den Kehlkopf fortbewegt wurde. Experimentell hat man gezeigt, dass durch eine kleine Wunde in den Lungensack eines eben getöteten Frosches eingebrachtes Kohlenpulver schon nach einigen Stunden in der Mundhöhle nachgewiesen werden konnte. Es wehrt sich also der Körper

[1]) Choanae, hintere in den Nasenrachenraum führende Öffnungen der Nasenhöhle — von χέω ich giesse, weil der Schleim aus der Nasenhöhle durch die Choanen in den Rachen sich ergiessen soll, um von dort aus durch den Mund herausbefördert zu werden.

nicht nur gegen das Eindringen des Staubes, sondern er versucht den bereits eingedrungenen wieder aus sich heraus zu bringen.

Immerhin dringt aber Staub in die Lungen ein und setzt sich schliesslich in denselben fest, worauf wir zunächst des Näheren einzugehen haben.

b. Der Zimmer- und Strassenstaub in der Lunge.

Der neugeborene Mensch hat eine hell rosenrote Lunge. Obduziert man einen Erwachsenen, so ist dessen Lunge aussen staubgrau, so zwar, dass hellere graue Stellen mit dunkleren, ja gelegentlich auch mit schwarzen Flecken abwechseln. Nachdem man lange Zeit geschwankt hatte, bald geglaubt hatte, Pigment vor sich zu haben, das sog. Lungenmelanin, und eine Entstehung desselben aus dem Blut voraussetzte, bald eine Einwanderung der Stoffe von aussen für richtig hielt, wurde endlich Ende der sechsziger Jahre durch Arbeiten von Traube, Virchow, Zenker die anorganische Natur der in der Lunge beobachteten, zunächst das Aussehen derselben in erheblicher Weise verändernden Substanzen festgestellt, zumal es gelungen war, aus der Lunge stammende Holzkohlenteilchen mikroskopisch als solche zu erkennen. Eifrig wandte man sich nun der Beobachtung derjenigen Gewerbe zu, in denen die Arbeiter ganz besonders in Staubatmosphären zu arbeiten gezwungen waren, und lernte den Unterschied des Einflusses verschiedener Staubarten auf die Lunge erkennen. Zenker legte der Gruppe dieser Krankheiten oder Krankheitszuständen den Namen Pneumonokoniosen[1]) bei, ein Wort, das sich am besten mit: Lungenstaubkrankheit oder Lungenverstaubung übersetzen liesse.

Aber, wir sagten oben, jeder erwachsene Mensch hat eine staubgefärbte Lunge, und thatsächlich ist dem so; demnach litte also auch jeder erwachsene Mensch an Pneumonokoniose, und auch das ist sensu strictiori unumstösslich richtig. Die anorganischen Bestandteile des gewöhnlichen Staubes, welche dem letzteren im allgemeinen den Grad von Gefährlichkeit, den dieser Staub überhaupt besitzt, verleihen, sind dieselben, welche massenhaft bei den Steinarbeitern auftreten, also bei Steinmetzen, Bildhauern, Mühlsteinarbeitern u. s. w. Die Krankheit, welche der massenhaft eingeatmete Steinstaub bei den betreffenden Arbeitern hervorruft, wird als „Chalicosis[2]) pulmonum“, Kiesellunge, bezeichnet. Somit wiederholen wir: Jeder Mensch leidet an Pneumonokoniose. und zwar an Chalicosis, wenn natürlich auch in den allerverschiedensten Graden.

[1]) Von πνεύμων Lunge und κόνις Staub.

[2]) Von χάλιξ kleiner Stein.

Trotzdem leider keine erschöpfenden Untersuchungen über den Gehalt der Lungen an Sand oder Kieselerde in den verschiedenen Lebensjahren vorliegen — eine für den Physiologen hochinteressante Aufgabe — so ist doch immerhin so viel Material darüber vorhanden, dass obiger Satz bewiesen werden kann. Zuerst scheint sich C. W. Schmidt[1]) unter Kussmaul's Leitung mit dem Studium dieser Sache gründlicher befasst zu haben. Seine Versuche wären um vieles wertvoller, wenn er über das Alter und Geschlecht der Personen, denen die von ihm untersuchten Lungen entstammten, Angaben gemacht hätte. Er fand unter anderem, dass enthalten war in 100 Gewichtsteilen Asche:

	Eisenoxyd	Sand
in normaler menschlicher Lunge .	3,20	13,4
„ anaemischer Lunge.	6,60	17,3
„ emphysematischer Lunge . . .	5,50	4,22
„ tuberkulöser Lunge	5,40	9,50
„ pneumonischer Lunge	5,50	6,01
„ normaler Hundelunge	2,90	14,30

Einige Jahre später hat Meinel[2]) sich mit dieser Frage ebenfalls eingehend beschäftigt. Von ihm erfahren wir, dass ein Kind bis zu seinem achten Lebensmonat keinen Kieselstaub in der Lunge hat, dass dann aber Erwachsene, die in keiner besonderen Kieselstaubatmosphäre leben, 4,22 bis 17,3 Teile Kieselstaub auf 100 Gewichtsteile Asche in sich bergen und dass der Kieselgehalt lungenkranker Steinarbeiter das 3- bis 5fache dieser Menge, nämlich 18,22 bis 45 ja bis 64 Teile auf 100 Teile Lungenasche beträgt. Es entspricht dies einem Gewicht von $3^1/_2$ bis $5^1/_4$ g.

Es wird nun wohl jedem einleuchten, dass der Kieselstaub für den Menschen ein schwer zu vermeidendes Übel ist, deshalb aber darf man nicht so weit gehen wie Schmidt, der trotz des Gehalts von 13,4 und 17,3 Teilen Kieselstaub auf 100 Teile Asche die Lunge als „normal" bezeichnet. Normal ist eine solche Lunge nicht, denn Kieselstaub ist kein normaler Lungenbestandteil. Auch stehen wir keineswegs auf dem Standpunkt, diese Infiltration der Lunge mit Kieselstaub für gleichgiltig zu halten. Gewiss hat der menschliche Körper eine grosse Widerstandsfähigkeit, eine grosse Toleranz gerade gegen Staubeinatmung. Diese erschöpft sich aber an dem Staubmaterial, dessen Abfuhr dem Körper wieder gelingt, sie ist erloschen dem Material gegenüber, welches im Körper verbleibt. Und dieses Verbleiben erscheint uns auch nicht mehr gleichgiltig, wenn der Staub $^1/_7$ bis fast $^1/_5$ der in der Lungenasche ent-

[1]) Über anorganische Bestandteile des Lungengewebes und der Bronchialdrüsen. Dissertation, Freiburg i/Br.

[2]) Über die Erkrankungen an Kieselstaubinhalation. Erlangen 1869.

haltenen anorganischen Bestandteile ausmacht. Das Lungengewebe muss dadurch an Elasticität verlieren, Lungenalveolen und feinste Bronchioli werden sich, weil durch die eingelagerte Masse hier verengert, dort kompensatorisch wieder erweitern, kurz es wird auf diese Weise die Abnahme der Atmungsbreite, das Emphysem,[1]) welches bei zunehmenden Jahren fast bei keinem Menschen fehlt, sich entwickeln. Jedenfalls stellt die Staubaufnahme in die Lunge einen jener vielen kleinen Fehler dar, deren Summe zuletzt auch den kräftigsten Organismus unbrauchbar macht und schliesslich den Tod infolge allgemeiner Abnutzung, d. h. infolge von Altersschwäche, herbeiführt, wenn anders das Individuum von interkurrenten Krankheiten verschont blieb.

Bezüglich der Steinarbeiter ist es aber von Wert zu wissen, dass sie in dem Augenblick, in dem sie diesen Beruf ergreifen, bereits von dem ersten Stadium der Krankheit ergriffen sind, gegen welche man heute nach allen Regeln der Hygiene sie zu schützen bestrebt ist.

c. Der Staub beim Gewerbebetrieb.

Die früheren Verhältnisse in den Fabrikräumen treffen in den Gewerbebetrieben von heute nicht mehr zu. Kranken- und Unfallversicherungsgesetz, vor allem aber die Einrichtung der staatlichen Kontrolle der Fabrikbetriebe, und zuletzt nicht am wenigsten das in den letzten Jahrzehnten mächtig geförderte Verständnis für die Hygiene und die damit sich bahnbrechende Erkenntnis, dass das für Vermeidung von Gewerbekrankheiten, für Unfallschutz und Verbesserung der Lage der Arbeiter ausgegebene Geld sehr hohe Zinsen trägt, haben auf die gesamte Morbidität der Arbeiter einen entscheidenden Einfluss ausgeübt. Die enormen Staubmassen, welche früher in einzelnen Betrieben, wie in den Baumwollspinnereien beim ersten Reinigen der Baumwolle, geradezu den Blick verdunkelten, so dass man die Personen in solchen Räumen erst erkannte, nachdem man sich eine Zeitlang an die Staubatmosphäre gewöhnt hatte, sind fast überall verschwunden. Exhaustoren saugen die Staubmassen im Moment ihrer Entstehung ab und befördern denselben mit unglaublicher Geschwindigkeit in einen Sammelkeller oder in sonst einen ausserhalb des Arbeitssaales befindlichen Raum.

Zum Teil waren auch früher die Ansichten über die Gefährlichkeit einer Staubart sehr verschieden. Denn selbstverständlich gab es auch früher Fabrikbesitzer, welche freiwillig für ihre Arbeiter nach Möglichkeit sorgten, in genügender Weise frische Luft und gutes Licht beschafften, so dass auch die Gesundheit der Arbeiter sich hob und in starkem Kon-

[1]) *ἐμφύσημα*, eine Luft enthaltende Geschwulst; hier: Lungenaufblähung, Lungenerweiterung.

trast stand zu der der Arbeiter desselben Industriezweiges in einer anderen Fabrik, deren Inhaber für seine menschlichen Maschinen keine Zeit übrig und überhaupt kein Interesse hatte. Sicher sah Hirt[1]) eine Fabrik der letzteren Art, als er die Gesundheit der Wollspinner sehr ungünstig schilderte, während Thomson[2]) seine Studien in einer der ersteren Fabriken machte und dort den Gesundheitszustand so gut fand, dass er eine besondere Erklärung dafür geben zu müssen glaubte und diese in einer besonderen Heilwirkung sah, welche er dem in den Spinnsälen herrschenden von Hirt als krankmachenden Einfluss hervorgehobenen Öldunst zuschrieb. Solche Widersprüche werden mehr und mehr unmöglich, da auf diese Verhältnisse heute die inzwischen geschaffene und immer mehr sich einbürgernde Staatsaufsicht kompensatorish einwirkt.

Aus demselben Grunde sind die damaligen Statistiken heute wertlos. In einer Zeit, wo der Kranke kein Krankengeld empfing, waren mindestens so viel Fälle, z. B. von Bronchialkatarrh, im Krankenhause wie draussen im Betriebe. Ferner kommt noch ein anderer Umstand hinzu, ein Vorwurf, den wir auch Hirt trotz seines vortrefflichen Buches machen und der ebenfalls die Wertlosigkeit fast aller seiner statistischen Berechnungen bedingt, das sind die Procentberechnungen mit zu kleinen Zahlen. Man sollte nicht vergessen, dass man pro centum nicht rechnen kann, wenn man nur viginti oder noch weniger hat. Bestehen die Krankenkassen noch einige Zeit, so wird man mit ihrer Hilfe später vielleicht sehr wertvolle Statistiken aufstellen können.

Die Staubarten in organische, unorganische, metallische und vegetabilische einzuteilen und daneben noch in verletzend und nicht verletzend wirkende, wie Hirt es thut, erscheint überflüssig. Wir wollen dem letzteren Gesichtspunkt als dem rein praktischen folgen und die Staubarten einteilen in 1. an sich nicht verletzend aber durch massenhafte Einatmung schädlich wirkenden Staub; 2. an sich wenig verletzend und ebenso nur durch massenhaftes Einatmen schädlich wirkenden Staub; 3. in Staub, welcher das Lungengewebe durch scharfe, spitzige, eckige Staubteilchen direkt verletzt.

Es ist ja klar, dass von vornherein jeder massenhaft eingeatmete Staub schaden muss, weil er die Menge der reinen Atemluft vermindert. Ferner giebt es an sich unschädlichen Staub, der sich aber an die feuchte Schleimhaut ansaugt und somit die Stelle der Lunge, wo dies geschieht, ihrem eigentlichen Zwecke entzieht, wie z. B. Reis-, Mehl-, Weinsteinstaub.

[1]) a. a. O. S. 220.

[2]) Die Gesundheitsverhältnisse der Arbeiter in den Wollspinnereien. Edinb. med. Journ. Juni 1858.

Ein solcher Staub wird um so gefährlicher, je klebriger und zäher er ist und je schwerer er wieder ausgehustet werden kann; so gehört die Gespinnst- oder Wollfaser zu denen, die sich fest an die Schleimhaut anlegen und sich an dieselbe geradezu ansaugen. Metall- und Mineralstaub wirken direkt verletzend, aber dieser Staub ist zugleich der schwerste, er bleibt also nicht so lange in der Luft schwebend und kann nicht so leicht und nicht so dauernd eingeatmet werden wie leichterer Staub. Hierin liegt also eine gewisse Abschwächung. Im einzelnen besprechen wir die Staubarten weiter unten.

Immer aber bleibt in der Hauptsache die alte Theorie bestehen: Staub ist ein Fremdkörper, kommt er in die Lunge, so entsteht ein Reiz, der, als Reaktion, Husten hervorruft. Durch fortgesetztes Husten entsteht eine katarrhalische Hyperaemie, und dauert nun die Arbeit und damit die Staubeinwirkung fort, so wird Reiz auf Reiz gesetzt und die katarrhalische Hyperaemie verwandelt sich in Entzündung.[1])

d. Pathologische Anatomie der Staubwirkung auf die Lunge.

Was die Veränderungen betrifft, welche die Luftröhre mit ihren Verzweigungen, den Bronchien,[2]) und zuletzt das Lungengewebe durch die Staubaufnahme erleiden, so lagen darüber besonders in Hirt's verdienstvoller Arbeit[3]) eine Reihe gesammelter Beobachtungen vor. Einerseits aber sind seitdem die damals giltigen Ansichten über eine Reihe von Lungenleiden durch die Koch'sche Entdeckung des Tuberkelbazillus auf eine ganz andere Grundlage gestellt worden, und andererseits verfügen wir heute über ein weit ausgedehnteres Beobachtungsmaterial als das, welches Hirt seiner Zeit zu Gebote stand.

Die beste Arbeit, welche seit jener Zeit über die Entstehung der Pneumonokoniosen, der Lungenverstaubung oder der Lungenstaubkrankheiten erschienen ist, ist die bereits oben citierte, ganz ausserordentlich gründliche, hochinteressante, in allen ihren Teilen auf eigenen Tierversuchen basierende Arbeit Arnold's,[4]) an welche wir uns, als eben an das beste, was wir in dieser Beziehung haben, im nachfolgenden durchweg anlehnen.

Unseren weiteren Betrachtungen müssen wir für diejenigen unserer Leser, welche nicht Ärzte sind, folgendes vorausschicken: Kehlkopf

[1]) F. Migerka, In den gewerblichen Betrieben vorkommende Staubarten in Wort und Bild. Wien 1892.

[2]) *Βρόγχος* Kehle, Schlund, Luftröhre.

[3]) Die Staubinhalationskrankheiten und die von ihnen besonders heimgesuchten Gewerbe- und Fabrikbetriebe. Breslau 1871.

[4]) Untersuchungen über Staubinhalation und Staubmetastase. Leipzig 1885.

(larynx), Luftröhre (trachea)[1]) und deren Zweige (bronchi, bronchioli) sind, abgesehen von ihrer sonstigen Zusammensetzung, mit einer Schleimhaut ausgekleidet, welche auf ihrer Oberfläche mit einer Schicht Cylinderepithel[2]) besetzt ist. Dieses Epithel besteht aus cylindrisch geformten, dicht gedrängt aneinander stehenden (daher sich auch ananeinder abplattenden) Zellen, von denen jede an ihrer freien Oberfläche ein in der Richtung zum Kehlkopf hin, also in der Richtung aus der Lunge heraus, schwingendes Geissel- oder Wimperhaar (daher: Flimmerepithel, s. oben S. 40) trägt. Dieses Epithel bildet eine feste Schutzdecke für die Schleimhaut, genau in demselben Sinne wie das Pflaster eine Strasse schützt. Daher können auch z. B. pathogene Mikroorganismen, sobald sie auf eine Schleimhaut mit unversehrtem Epithel kommen, ebenso wenig in letztere eindringen, wie auf die Strasse geworfene Samenkörner dort Wurzel schlagen können. Wirkt aber irgend ein Reizzustand auf die Schleimhaut, bildet sich gar eine entzündliche Reizung aus, dann ist die erste Folge die, dass sich das Epithel abstösst, so dass nunmehr die ihres Epithels beraubte, also wunde Schleimhaut offen zu Tage liegt und — um das Bild festzuhalten — jeder Keim, der auf diese Stelle der Schleimhaut gelangt, genau wie ein auf eine des Pflasters beraubte Strasse gefallenes Samenkorn Wurzel fassen kann; ebenso vermag auch jeder auf eine solche wunde Stelle gelangender Fremdkörper unter sonst günstigen Umständen von dort aus in die Tiefe der Gewebe weiter einzudringen.

1. Der Staub in der Luftröhre und ihren Zweigen (Bronchien). Bleibt der Staub bei der Einatmung nicht in Nase oder Mundhöhle hängen, so gelangt er zunächst in die Luftröhre und in die Bronchien; dort findet er sich entweder frei in die die Schleimhaut bedeckende feine Schleimschicht, besonders auch in die Zwischenräume zwischen den einzelnen Epithelzellen eingebettet oder, falls nach der Staubaufnahme schon einige Zeit (aber doch nur Stunden) vergangen ist, ist er bereits in Zellen eingetreten, von diesen aufgenommen, kurz er ist zum Teil in Zellen enthalten. Diese Zellen, die man als „Staubzellen" bezeichnet, sind bald so gross wie Lymphzellen, bald beträchtlich grösser, dann aber auch platter, und finden sich in dem Epithel und in der Schleimhaut selbst besonders an den Stellen der Bronchien, wo aussen

[1]) Griech. *τραχεῖα*, Femin. von *τραχύς* rauh, uneben; die Alten glaubten, dass die Arterien, die in der Leiche leer sind, Luft führten (*ἀὴρ φέρειν*) und nannten daher die Luftröhre *τραχεῖα ἀρτηρία*, die (wegen der Knorpelringe rauhe, unebene) Arterie, was sich heute noch in dem französischen „trachée-artère" erhalten hat.

[2]) Von *ἐπὶ* auf, *θηλή* Brustwarze, also: epithelium = das, was die Brustwarze, im weiteren Sinne nachher die Haut bedeckt.

der Wand derselben mit Staub gefüllte Lymphdrüsen anliegen. Die ersteren kleineren Zellen sind nach Arnold[1]) lymphoide, die letzteren grösseren, glatteren aus dem Epithel herrührende, epitheliale Staubzellen. Sie stammen zum kleineren Teil von der Schleimhaut der Bronchien, zum grösseren sehr wahrscheinlich aus den Lungenzellen selbst, wovon weiter unten noch die Rede sein wird. In dem Epithel fand Arnold, und zwar anscheinend je mehr die Schleimhaut durch den Staub gereizt war, um so mehr, sogenannte Becherzellen eingestreut, bauchige Zellen, welche aus dem Epithel (aus dessen Ersatzzellen?) hervorgehen und zur Schleimerzeugung insofern in direkter Beziehung stehen, als ihr Inhalt zur Vermehrung des Schleims dient (Hyrtl). Überhaupt vollziehen sich infolge der Staubreizung an dem Epithel der Trachea und Bronchien Proliferationserscheinungen,[2]) die möglicherweise lediglich als regeneratorische, d. h. als Abwehr, als Verteidigung des Organismus gegen den eingedrungenen Staub anzusehen sind. In der Schleimhaut entsteht bei längerer Staubeinwirkung eine Zelleinwanderung, sie wird mit Zellen durchsetzt, während sich die unter ihr liegende nächste bindegewebige Schicht (die Submucosa)[3]) durch Wucherung verdickt. Diese Erscheinungen stellte Arnold bei Tieren fest, welche er Russ einatmen liess. Das gleiche fand er bei der Einatmung von Ultramarin, einer Substanz, die er u. a. deshalb wählte, weil sie schon makroskopisch in der Schleimhaut zu erkennen war und mit keinem Pigment[4]) des Körpers verwechselt werden konnte.

Bei einer dritten und vierten Versuchsreihe liess Arnold die Tiere Smirgel-[5]) bezw. Sandsteinstaub, also mineralischen Staub mit harten, eckigen, scharfspitzigen Teilchen, mithin sehr gefährlichen und verletzenden Staub einatmen und beobachtete nun ausser dem bereits beschriebenen Auftreten von Staubzellen und dann auch Becherzellen auf dem Schleimhautepithel einen schleimigen, zuweilen sogar fibrinösen[6]) Belag der Schleimhaut, womit eine gegen die oben erwähnte gesteigerte Verdickung und zellige Infiltration der Schleimhaut und des darunter liegenden Gewebes verbunden ist. Wir sehen also, dass der härtere verletzende — Russ und Ultramarin haben nur rundliche, weiche kleinste Staubteilchen —

[1]) a. a. O. S. 19.

[2]) Von proliferus, sprossend, dieses von proles, Sprössling und ferre, tragen; also proliferation, ein spätlateinisches Wort, die Vermehrung der Zellen durch Bildung von Tochterzellen bedeutend, Zellenwucherung.

[3]) Mucus, Schleim, daher mucosa — scilicet membrana — die Schleimhaut, also submucosa, die darunter gelegene Schicht: Unterschleimhaut.

[4]) Pigmentum von pingere der Farbstoff.

[5]) Smirgel, vom grch. σμύρις, eine Abart des Korund.

[6]) Spätlat. fibrinum Fasersoff (von fibra Faser); fibrinös also = faserstoffig.

Staub einen grösseren Reiz setzt und dementsprechend auch stärkere, ausgeprägtere Veränderungen der gereizten Gewebe auftreten. Einige Male hat Arnold bei Smirgeleinatmung sogar Ektasieen [1]) einiger Bronchien in Teilen der Lunge beobachtet, welche bereits induriert waren. Dauerten die Versuche, während derer die Hunde Smirgelstaub einatmeten, fort, so kam es in Trachea und Bronchien auch zur Abstossung von Epithelzellen, und im Kehlkopf an der hinteren Kommissur [2]) der Stimmbänder zeigten sich wiederholt flache Geschwüre.

Fasst man die bei Staubeinatmung beobachteten Erscheinungen an Trachea und Bronchien zusammen, so wurde bei allen Versuchen beobachtet, dass die Schleimhaut gerötet, trübe, geschwollen, mit kleinen Zellen durchsetzt und dann verdickt war, dass ein trüber Schleim sie bedeckte, dass eine Auswanderung lymphoider Zellen, wie eben angedeutet, statthatte und dass ausgewanderte lymphoide Zellen und durch Proliferation neu entstandene Epithelzellen als Staubzellen in die Erscheinung treten. Da es endlich auch zur Abstossung von Epithelien kam, Flächengeschwüre sich bildeten, so waren mit einem Worte in Trachea und Bronchien infolge der Staubeinatmung alle Symptome des Katarrhs vorhanden, welche, bei fortdauernder Einwirkung, die Erscheinungen des chronischen Katarrhs darboten, der, wie Arnold ausdrücklich hervorhebt, selbstverständlich auch zu den so oft bei chronischem Katarrh beobachteten organischen Veränderungen des Lungengewebes (Bronchiektasie, Emphysem) führen kann.

2. Der Staub im eigentlichen Lungengewebe. Die Lungenzellen — also die traubig an den feinsten Endigungen der Luftröhrenäste aufsitzenden, nur mikroskopisch sichtbaren Bläschen — sind nach Aufenthalt in einer mit Staub, z. B. mit Russ, erfüllten Atmosphäre mit Staub und mit Staubzellen angefüllt, allerdings sehr ungleichmässig. Denn neben staubfreien Lungenzellen trifft man immer solche, welche nur einzelne Staubkörnchen oder nur einzelne Staubzellen enthalten, während andere Zellen vollkommen mit ihnen erfüllt sind.[3]) Bald liegt der Staub frei in den Lungenzellen, bald haftet er der Wand der Zelle an, bald liegt er innerhalb von Zellen. Diese Zellen ähneln entweder wiederum wie vorher lymphoiden Zellen, oder sie sind grösser, platter, haben einen grossen bläschenförmigen Kern, hängen zuweilen membranartig zusammen und gleichen von der Wand der Lungenzelle selbst ab-

[1]) Ἔκτασις, Erweiterung.

[2]) Commissura, Vereinigung, von committere, zusammenbringen, vereinigen. Punkt an der inneren hinteren Kehlkopfwand, in dem die beiden Stimmbänder zusammenstossen und sich an die Knorpel anheften.

[3]) Arnold a. a. O. S. 18.

gestossenen Epithelzellen vollkommen. Also die Auswanderung von Zellen (eben der lymphoiden Staubzellen) aus den Lymph- (vielleicht auch Blut-) bahnen und die Abstossung von Epithelzellen (eben der epithelialen Staubzellen) kann bereits bei einem so wenig aggressiven Staube wie dem aus gleichmässigsten, kleinsten, weichen runden Körnchen bestehenden Russ vor sich gehen. Allerdings sammelt sich gerade dieser Staub auch ohne Veränderung an, denn häufiger als bei jeder anderen Staubart, findet sich bei Russeinatmung freie, nicht an Zellen gebundene Ablagerung von Staubkörnchen in den Lungenzellen.

Bei der Ultramarinstaubeinatmung hebt Arnold hervor, dass der das Lungengewebe schon nach drei Stunden vollkommen durchdringende Staub infolge des durch ihn als Fremdkörper gesetzten Reizes ebenfalls zur teilweisen Abstossung des Epithels der Bronchien und der Alveolen führt. Dann aber kann es allmählich zur Bildung kleinerer und grösserer Knoten kommen, welche ursprünglich aus einer Anzahl von Lungenzellengruppen bestehen, die mit einem vielleicht schon teilweise metamorphosierten Inhalt gefüllt sind, während sich ihre Scheidewände durch eine durch Gegenwart der Fremdkörper hervorgerufene Wucherung verdichten.[1])

Atmet das Versuchstier einen stärkere Reize ausübenden Staub ein, wie z. B. Smirgel, füllen sich alsdann die Lungenzellen oder Lungenalveolen[2]) mit Staub, so beginnt das Bindegewebe zu wuchern; es entsteht in der Umgebung dieser Alveoli eine zellige Infiltration, die zwischen den einzelnen Alveoli liegenden Bindegewebszüge verdicken sich, und es kommt schliesslich zu herdweisen Lungengewebsindurationen.[3]) Allerdings vergehen bis zu solchen Erscheinungen auch bei den Versuchstieren lange Monate. Die gruppenweise zusammenstehenden, zuweilen auch einzelne mit Staubpfröpfen gefüllte Alveoli sind alsdann von verdicktem, teilweise sogar fibrös umgewandeltem Bindegewebe umgeben.

In den Alveolarwänden der menschlichen Lunge wird selten ein grosser Staubgehalt gefunden, aber zwischen den Epithelien der Alveolarwand hindurch soll der Staub in die Saftbahn der Alveolarwand übertreten und von da aus in die Lymphgefässe vordringen können.[4]) Jedenfalls findet man bei allen Individuen, welche längere Zeit Staub einatmeten, in einer Anzahl der Lungenzellen Staubpfröpfe, welche nur aus epithelialen oder meist aus diesen und wenigen lymphoiden Staubzellen bestehen. Ist der fragliche Staub an sich inoffensiv, so bleiben

[1]) Arnold a. a. O. S. 39.

[2]) Lat. alveolus, kleine bauchartige Vertiefung, dann Höhlung u. s. w.

[3]) Arnold a. a. O. S. 50.

[4]) Arnold a. a. O. S. 129.

die Pfröpfe lange in den Lungenzellen liegen. Stellt der Staub aber einen einen Reiz ausübenden Fremdkörper dar oder füllt der Pfropf die Zelle vollkommen aus, so beginnt ein Schrumpfungsprozess, welcher unter gleichzeitiger Verdickung der Alveolarwand und allmählichem Kleiner- und Dichterwerden des Pfropfes das Ganze in ein kleines fibröses Knötchen verwandelt; durch Zusammentreten mehrerer solcher Knötchen können grössere Knoten entstehen. Arnold hält, gegenüber anderen Autoren, diese Vorgänge für entzündliche und lässt nur noch darüber einen leisen Zweifel laut werden, ob der Staub allein dieselben hervorruft oder ob der Verschluss der Lungenzellen durch den Staub dabei eine Rolle spielt. In letzterem Falle würde es sich dann also — Arnold gebraucht dieses Wort aber nicht — um atrophische Vorgänge handeln. Uns scheint es aber völlig ausreichend, hier einen chronischen Entzündungsvorgang als Ursache anzunehmen, der völlig wahrscheinlich wird, wenn man sich einen Moment das hochorganisierte, überaus empfindliche Lungengewebe und die diesem Gewebe völlig heterogene, zum grössten Teil mineralische Staubmasse gegenübergestellt denkt. Somit wollen wir diese Knötchen und Knoten mit Arnold als das Produkt einer indurativen Bronchopneumonie[1]) ansehen. So erhielt Arnold bei Sandsteinstaubinhalation Lungen, bei denen schon äusserlich subpleural[2]) massenhaft dergleichen Knötchen sichtbar waren. Dauert aber eine solche Staubatmung länger, so treten die Staubkörnchen aus den Lungenzellen in die Anfänge der Lymphgefässe über, von wo aus ihnen der Zugang sowohl in die die Bronchien als auch in die die Gefässe umgebenden Lymphräume und Lymphgefässe offen steht. Schon drei Stunden nach der Staubeinatmung kann man den dort angesammelten Staub nachweisen. Wird diese Staubansammlung so stark, dass der Staub in dem Bronchien und Gefässe umgebenden Bindegewebe Lymphräume und Lymphgefässe verlegt, so entsteht infolge der durch die Staubherde gesetzten Reizung Zellenanhäufung, Bindegewebswucherung, also teilweise, mehr oder weniger umschriebene Verdickung der Wand und ihrer Umgebung, mit anderen Worten, es kommt zu einer Peribronchitis[3]) bezw. einer Perivasculitis nodosa.

[1]) Indurativus verhärtend, spätlat. Wort vom klassischen indurare verhärten gebildet; Bronchopneumonie Entzündung der Lunge (Lungenzellen) und der Luftröhrenzweige.

[2]) Sub unter, pleura vom griech. πλευρά, eigentlich die Seite, dann das Rippen- und Lungenfell, also subpleural unter dem Lungenfell (die dünne, die Lunge überziehende Haut, welche ihr Hin- und Hergleiten an der Brustwand ohne Reibung ermöglicht) belegen.

[3]) Peri, das griech. περί, rund herum, bronchus (s. S. 45 Anm.) Luftröhrenast, also peribronchial, um die Luftröhrenzweige herum gelegen.

3. In den Lymphgefässen weiterfortbewegt, müssen wir den Staub in den Bronchialdrüsen wiederfinden. Diese Drüsen, gewöhnliche Lymphdrüsen, stehen mit den Saugadern, den Lymphgefässen, der Lunge in Verbindung und liegen, jederseits etwa 20 bis 30, zum grössten Teil an dem Lungeneinschnitt, in welchem die Lungengefässe ein- und austreten.

Nach Russeinatmung sah Arnold in den an der Aussenseite der Drüsen gelegenen Lymphbahnen den Staub teils frei, zum grösseren Teil aber an lymphoide Zellen gebunden liegen, während er im Innern der Drüsen in freien Anhäufungen sowohl wie in grossen Staubzellen eingeschlossen vorkam; später fand er den Staub auch in kleinen Rundzellen, in spindelförmigen und verästelten Zellen innerhalb der Drüsen aufgespeichert. Bei Versuchen mit Ultramarineinatmung fand Arnold schon nach drei Stunden den Staub an der Aussenseite der Drüsen, nach 18 Stunden aber schon im Innern derselben, nach Monaten aber erst findet sich Staub im Drüsencentrum.

Mit der Zeit reagieren die Lymphdrüsen auf den Insult der Staubeinwanderung, und man beobachtet, entsprechend der Intensität der Staubzufuhr, bindegewebige Wucherung, Verdickung der Kapsel der Drüse und Verbreiterung der von dieser in das Drüseninnere ziehenden Septa,[3]) wobei gleichzeitig die ganze Drüse hypertrophiert. In anderen Fällen kommt es im Innern der Drüse zum Zerfall: Der anorganische Staub ist in solchen Mengen zugeführt, dass er das organische Gewebe zum Untergang bringt, und es entstehen nekrotische[4]) Erweichungsvorgänge, welche zu vollständigen Höhlenbildungen führen können. Der Umstand, dass diese Vorgänge sich stets parallel der Intensität der Staubzufuhr entwickeln, beweist, dass letztere thatsächlich in diesen Fällen die causa movens darstellt.

Diese Drüsenabscesse können genau wie die, welche aus anderen Ursachen (z. B. infolge von Tuberkulose) in den Bronchialdrüsen entstehen, zu weiteren, recht schweren Komplikationen führen, indem ein solcher Abscess, falls die Drüse in der Nähe der Speiseröhre liegt, nach voraufgegangener Verlötung der Drüsenkapsel mit der vorderen Wand der Speiseröhre in letztere durchbricht und nun infolge der bei der Ausheilung eintretenden Schrumpfung der Drüse die Wand der Speise-

[1]) Das griech. περί rund herum (s. die vorstehende Anm.), lat. vasculum das Gefäss, also perivasculär um die Gefässe (d. h. die Adern) herum gelegen.

[2]) In die Wandungen der die Bronchien und Gefässe umspinnenden Lymphgefässe eingebettete kleinste Lymphbalgdrüsen (s. Arnold, a. a. O. S. 93 u. ff.).

[3]) Septa (bindegewebige Züge, welche die Drüse in eine Anzahl von Hohlräumen scheidet, in denen Zellen liegen) von saeptum (saepio ich umhege) die Verzäunung.

[4]) Vom griech. νεκρός der Leichnam, also nekrotisch = abgestorben.

röhre an sich zieht und somit allmählich in derselben eine Ausbuchtung, einen sogenannten Traktionsdivertikel, darstellt. In diesem können Speiseteile zurückbleiben und sich ansammeln, kurz, es können auf diese Weise weitere Störungen entstehen.

4. Der Staub in der Pleura. Die Lunge ist von einer feinen Haut, dem Lungenfell, der Pleura,[1]) überzogen. Auch in diese Pleura dringt der Staub von der Lunge her ein und erzeugt infolge der Reizung, die er als Fremdkörper bewirkt, eine Wucherung, die zur Knötchenbildung oder zu partiellen flächenhaften Verdickungen in der Pleura führt.

Man hat endlich gelegentlich Staub auch in Leber, Milz, Nieren, Knochenmark (in der Leber zuerst Arnold) nachgewiesen, während man zweifellos beweisen konnte, dass aus den Bronchialdrüsen ein Übertritt ins Blut nicht stattgefunden hatte. Es musste also der Staub auf pathologischem Wege in die genannten Organe gelangt sein. Einmal kann dies nach Weigert statthaben dadurch, dass Bronchialdrüsen in die Hohlvenen oder in die Vena azygos oder in die Lungenschlagader perforieren, so dass ihr Inhalt direkt ins Blut gelangt und alsdann in entfernteren Organen abgesetzt wird. Zweitens können staubhaltige Drüsen mit der Wand des Milchbrustganges verschmelzen und in letzteren durchbrechen, so dass auf diese Weise Staub in das Blut gelangt, endlich ist Arnold der Ansicht, dass bei älteren Leuten mit stark atrophischen Gefässwänden Staub aus den perivaskulären Lymphräumen in das Lumen der Gefässe hineinzugelangen vermag. Ist der Staub aber einmal im Blut, so vermag er nach jeder Körperregion hin verschleppt zu werden.

5. Die Staubabfuhr aus den Lungen. Nachdem wir nun gesehen haben, dass, sobald wir eine staubhaltige Luft einatmen, der Staub zum Teil wohl durch unsere natürlichen Schutzvorrichtungen zurückgehalten wird, zum Teil aber doch in die Atmungswege und bis in die Lunge hineingelangt und sich dort nicht allein, sondern auch in den Bronchialdrüsen festsetzt, so entsteht die Frage: 1. wie lange können Lunge und Drüsen der immer neuen Staubzufuhr Widerstand leisten? oder 2. giebt es Wege, auf denen die Lunge den aufgenommenen Staub wieder abgeben, wieder ausführen kann?

Thatsächlich wird nach jeder Staubeinatmung ein Teil des Staubes, zum Teil in freien Staubteilchen, zum Teil an Zellen gebunden und mit Schleim vermengt, wieder ausgeworfen. Dieser reparatorische Vorgang der Selbsthilfe der Natur wird sich um so energischer vollziehen, je grösser die Staubeinatmung war, denn je grösser der Reiz, desto grösser die Reaktion.

[1]) s. S. 50.

Diese Staubabfuhr dauert nach Aufhören der Staubeinatmung noch eine Zeitlang an, ja es sollen, wie Arnold behauptet, auch die in den Lungenzellen gebildeten oben erwähnten Staubpfröpfe sich erweichen, zerfallen und auf diese Weise wieder ausgeworfen werden können. Dazu kommt alsdann die weitere Staubabfuhr in die Bronchialdrüsen. Diese sind, wie alle Lymphdrüsen, Filter, d. h. sie nehmen den ihr aus den Lungen zugeführten Staub auf, halten ihn zurück und geben ihn nur ab, wenn durch krankhafte Prozesse — z. B. nekrotische Erweichung — ein Durchbruch der infolge zu starker Staubaufnahme abscedierenden Drüse in irgend ein Gefäss (s. oben) stattgefunden hat. Dass die Drüse thatsächlich undurchlässig für Staub ist, wird dadurch bewiesen, dass in den aus der Lymphdrüse herausführenden Lymphgefässen keinerlei Staub gefunden werden konnte. Selbstverständlich hat die Staubaufnahme seitens der Bronchialdrüsen ihre Grenze; versagen dieselben endlich, dauern dabei aber die täglichen Staubaufnahmen fort und bleibt die tägliche mit dem zu expektorierenden Schleim zu bewirkende Staubabfuhr aus den Lungen hinter der täglich eingeatmeten Menge zurück, so muss eben das Plus des eingeatmeten Staubes notgedrungen seine Unterkunft in der Lunge finden, und es kommt alsdann zu der ungewöhnlich massigen Staubaufnahme, die wir je nach der Art des aufgenommenen Staubes als Anthracosis, Chalicosis, Siderosis, Aluminosis, Byssinosis etc. der Lungen bezeichnen, deren jede wir noch eingehend besprechen werden.

6. Die verschiedenen durch den Staub erzeugten Krankheiten in der Lunge. Durch Einführung des Staubes, d. h. zahlloser Fremdkörper, in die Lunge wird ein starker Reiz gesetzt, es kommt in der oben geschilderten Weise zu einer Epithelwucherung. Wird diese Arbeit des Organismus, welche als die von ihm gegen die Staubinvasion gerichtete Abwehr aufzufassen ist und nur die Wiederausstossung des Staubes zum Zweck hat, gestört, indem, ehe die Lunge vom Staube sich befreit hat, schon neuer Staub zugeführt wird, so wird die mechanische Reizung entsprechend verstärkt, Blutüberfüllung der Schleimhaut der Atemwege ist die nächste Folge, weitere entzündliche Symptome treten hinzu, die Flimmerbewegung verlangsamt sich, Epithelabstossung erfolgt in grösserer Ausdehnung, wir haben den Bronchialkatarrh, der zuerst immer als akuter auftritt, unter Fortdauer des Schädlichkeitsmoments aber zum chronischen werden muss. Dauern diese Katarrhe längere Zeit, führt dabei die fortdauernde Staubzufuhr zur Verengerung feinerer, vielleicht sogar zur Verlegung feinster Bronchioli, so werden die benachbarten stärker, schliesslich übermässig ausgedehnt, und es entsteht das zur Atemnot führende Lungenemphysem, und zwar in diesem Falle das

sogenannte vikariierende. Dass es auch bei sehr langer Dauer der Lungenkatarrhe und Fortdauer der Staubeinatmung zu wirklichem allgemeinem Lungenemphysem, d. h. zu allgemeiner Erweiterung der Lungenbläschen, kommen kann, steht für uns ausser Zweifel. Muss doch schon allein der durch Staubeinlagerung bedingte Verlust des Lungengewebes an Elastizität endlich zur Erweiterung der Lungenalveolen führen. Man könnte einwenden, dass das willkürliche Theorie und nicht bewiesen sei. Dem ist aber nicht so. Wer viele Arbeiter untersucht hat, wie Schreiber dieses, wird wissen, dass bei ausserordentlich vielen derselben nicht erst im Alter, sondern schon verhältnismässig früh eine sehr wesentliche, merkbare Abnahme der Atmungsbreite, d. h. der Differenz des Brustkastenumfanges im Moment tiefster Aus- und höchster Einatmung, eintritt, welche oft kaum noch 3 cm und weniger beträgt. Einen anderen Grund als die Staubeinlagerung mit ihren Folgen dafür anzugeben, dürfte schwer sein. Auch ist es klar, dass die Lungenzellen als der nachgiebigste Teil der Lunge zuerst in Mitleidenschaft gezogen werden. Vollkommen klar sind diese Verhältnisse nicht, auch müsste, um volle Klarheit zu schaffen, zunächst die bisher noch unbekannte physiologische Bedeutung der glatten in die Wandung der Bronchien eingebetteten Muskelfasern festgestellt werden.

Je offensiver der Staub, desto schwerer die Lungenverletzung; so führt mineralischer Staub zu Blutungen und zu der Knotenbildung, die wir oben nach Arnold als Bronchopneumonia indurativa auffassten, welche selbstverständlich eine chronische ist. Dass schliesslich die Knoten zerfallen können und auf diese Weise schliesslich grössere Zerstörungen in den Lungen statthaben, ist durch die Erfahrung bewiesen.

Nach Hirt soll ferner die akute Lungenentzündung direkt durch Staubeinatmung entstehen können, obwohl er hinzufügt, dass letztere in den meisten Fällen die Entstehung der Lungenentzündung nur begünstigt. Die erstere Annahme erscheint uns unmöglich. Zunächst ist die akute Lungenentzündung eine an sich sehr häufige Krankheit, und ist es daher nicht verwunderlich, wenn sie auch bei Arbeitern, die Staub einatmen, auftritt. Wäre aber der eingeatmete Staub die direkte Ursache der kruppösen Lungenentzündung, so müsste, da der Staub in beide Lungen gleichmässig eindringt, die doppelseitige Pneumonie[1]) die Regel sein; sie ist aber thatsächlich die Ausnahme. Ferner wäre es völlig unerklärlich, warum, wie es aus Zusammenstellung sehr vieler Fälle von Lungenentzündung erwiesen ist, von 100 einseitigen Entzündungen regelmässig $^2/_3$ rechtsseitige und $^1/_3$ linksseitige sind. Denn

[1]) *Πνεύμων* die Lunge — von *πνεῦμα* Atem — Pneumonie = Lungenentzündung.

die Erklärung Hirt's,[1]) „dass aus unbekannten Gründen einzelne Lungenpartieen empfindlicher gegen mechanische Einwirkungen sind als andere", ist doch zu willkürlich. Am schlagendsten beweisen aber die Versuche Arnold's, dass der Staub, wenn er schädigend einwirkt, beide Lungen angreift. So erkrankten bei 25 Tieren nach Smirgeleinatmung beide Lungen, desgleichen bei 23 Tieren nach Ultramarineinatmung, und abermals bei 20 Tieren nach Russeinatmung. Zuweilen kamen kleine Unterschiede in der Intensität der Schädigung der Lungen zwischen rechts und links vor, meist zu Ungunsten der rechten Seite, was wohl damit zusammenhängt, dass der rechte Bronchus etwas kürzer und weiter ist als der linke und dass vielleicht auch die Saugkraft der rechten, nicht wie die linke durch das Herz in ihrer Ausdehnung behinderten Lunge etwas grösser ist als links. Allerdings ist letztere Annahme auch nur eine nicht bewiesene Hypothese.

Zweifellos ist aber, dass die Staubeinatmung zu katarrhalischer Pneumonie und wohl auch zu kruppöser den Mann prädisponiert, wie sie überhaupt in den Lungen zur Aufnahme infektiöser Keime den Boden bereitet, wobei die Art des Staubes eine ausschlaggebende Rolle spielt. So starben von Arnold's Versuchstieren 28,5 $^0/_0$ an Pneumonie nach Russeinatmung, 40,0$^0/_0$ nach Ultramarineinatmung, 22$^0/_0$ der Kaninchen und 66$^0/_0$ der Hunde nach Smirgelstaubeinatmung und 66$^0/_0$ Kaninchen und 100$^0/_0$ Hunde nach Sandsteinstaubeinatmung, wobei wir hinsichtlich des grossen Unterschiedes zwischen Hunden und Kaninchen auf das oben (S. 39) Gesagte verweisen. Es genügt, um die Entstehung von Pneumonie nach Staubeinatmung zu erklären, die Annahme einer Fortleitung der durch den Staub erzeugten Entzündung von der Bronchialschleimhaut aus auf das Lungengewebe. In anderen Fällen kann freilich der Staub direkt Lungenentzündung hervorrufen, das ist z. B. stets der Fall, wenn der Staub eine starke chemische Wirkung äussert, wie z. B. der Thomasschlackenstaub, der infolge seines Gehaltes an Ätzkalk direkt zerstörend auf das Lungengewebe einwirken kann. Dies gehört aber in ein weiter unten zu behandelndes Kapitel.

Werden die einmal erworbenen Lungenentzündungen chronisch, so müssen sie mit der Zeit zu den diesen Entzündungen eigentümlichen Veränderungen in der Lunge, also besonders zu Infiltrationen und Indurationen der Lunge führen. Dass auch die Pleura sich entzünden kann, sei der Vollständigkeit halber erwähnt.

Käsige Prozesse erzielte Arnold bei seinen Versuchen mit Hunden in keinem Falle, bei Kaninchen in einigen wenigen Fällen, jedoch waren

[1]) a. a. O. S. 16.

diese Fälle derart, dass Arnold einen direkten Causalnexus zwischen diesen käsigen Prozessen und der Staubeinatmung ausschliesst.

Je nachdem die Staubart beschaffen, welche der Mensch einatmet, je nachdem wird seine Lunge ein anderes Aussehen haben. Demnach unterscheiden wir verschiedene Formen der Pneumonokoniosen: die Kohlenlunge, Anthracosis pulmonum,[1]) welche nach Russeinatmung entsteht und eine schwarze Färbung der Lunge bedingt; die Metallosis oder Siderosis[2]) pulmonum, Eisenlunge, welche durch Einatmen von Schleifstaub z. B., durch Einatmen von Eisenoxyd (ziegelrote Lunge), Eisenoxydul entsteht; die bereits erwähnte Kiesellunge, Chalicosis pulmonum, die nach Einatmung von mineralischem Staube entsteht und bei der es zur Bildung von steinigen Konkrementen in der Lunge kommen kann, den sogenannten Pneumolithen.[3]) Hierher gehört die früher fälschlich als Aluminosis pulmonum bezeichnete Form, da die Erkrankung auch in diesen Fällen weniger durch das Aluminiumoxyd, d. i. die Thonerde, sondern ebenfalls durch die Kieselsäure bedingt war. Bei der Chalicosis fühlt sich das Lungengewebe rauh an, es knirscht unter dem Messer. Auf dem Durchschnitt sieht man punktförmige dunkelgraugrüne Einsprengungen, so dass das Gewebe fein gesprenkelt erscheint. Die Bronchialdrüsen sind stark vergrössert, schwarz pigmentiert, knirschen beim Durchschneiden.[4]) Die Tabacosis pulmonum, Tabaklunge, mit tabakbraunen Flecken und die Byssinosis[5]) pulmonum, Baumwollenlunge, durch Einatmen von Baumwollenstaub bedingt, die „pneumonie cotonneuse“ Coetsem's.

Diese Krankheiten gehören sämtlich zur Gruppe der chronischen Pneumonieen. Selbstverständlich sind diese Formen nicht immer scharf getrennt. Sandsteinstaub, überhaupt mineralischen Staub, atmet jeder ein, desgleichen Kohlenstaub, und so kann es eine Chalicosis anthracotica geben, aber auch eine Anthracosis chalicotica etc. etc. So fand man z. B. bei einem Arbeiter, der in einer Ultramarinfabrik den Staub der zur Bereitung des Ultramarins gebrauchten Stoffe eingeatmet hatte, in 227 g Lunge: 1,6 Thonerde, 1,6 Kieselerde, 0,33 Eisenoxyd, 0,33 Sand; hier hatte man also eine Chalicosis siderotica.

Bisher haben wir stillschweigend supponiert, dass der Staub, mit

[1]) Griech. *ἄνθραξ* die Kohle. Pulmo lat. = Lunge.

[2]) *Σίδηρος* Eisen, Stahl.

[3]) *Πνεύμων* Lunge, *λίθος* Stein.

[4]) Hirt a. a. O. S. 53.

[5]) Von *βύσσος* Baumwolle. Wie Hirt dazu kommt, die Krankheit Lyssinosis zu nennen und in Klammern noch das griech. *λύσσα* hinzuzusetzen, ist völlig unbegreiflich, da *λύσσα* nur Hundswut heisst. Für Lyssinosis können wir keine Erklärung geben.

dem wir uns beschäftigt haben, in normale Lungen eingeatmet werde. Anders und zwar sehr kompliziert wird das Bild, wenn Staubeinatmung mit erkrankten oder zu Erkrankungen disponierten Lungen zusammentrifft. Ganz besonders haben wir in dieser Hinsicht das Verhältnis der Pneumonokoniosen zu der häufigsten Lungenkrankheit, der Tuberkulose, zu klären.

C. Staubkrankheit und Tuberkulose.

In seinem ausgezeichneten Buche[1]) schreibt Hirt wörtlich folgendes: „Die Lösung dieser grossartigen und erhabenen Aufgabe (— d. h. nämlich, die Entstehung der Tuberkulose zu verhindern oder wenigstens zu erschweren und so ihre relative und wirkliche Häufigkeit herabzusetzen —) wäre als gesichert zu betrachten, wenn es gelänge, die Ätiologie der Lungenschwindsucht gründlicher als bisher kennen zu lernen und den Ursachen ihrer erschreckenden Häufigkeit mehr als bisher auf den Grund zu kommen.“

Dieser Wunsch Hirt's ist erfüllt durch die Auffindung des Tuberkelbazillus durch Koch, und thatsächlich ist uns damit hinsichtlich der Prophylaxe[2]) eine mächtige Waffe in die Hand gegeben. Weiss man jetzt doch, wo der Feind steht, den man angreifen und schlagen soll.

Mit dieser Auffindung des Tuberkelbazillus haben sich nun auch die Ansichten über die Entstehung der Tuberkulose[3]) der Lungen von Grund aus ändern müssen. Man unterschied früher eine käsige chronische Lungenentzündung, welche nicht tuberkulöser Natur sein sollte, und die tuberkulöse Lungenentzündung, als deren Charakteristikum das Auftreten des gefässlosen Miliartuberkels[4]) mit den Riesenzellen, dessen

[1]) a. a. O. S. 21.

[2]) Vom griech. προφυλάσσω ich halte Wache vor etwas, ich bewache; davon προφύλαξις Vorsicht.

[3]) Tuberculum (Diminutiv von tuber der Knoten) das Knötchen, also Tuberkulose = Knötchenkrankheit, weil die Krankheit unter Bildung gefässloser, hirsekorngrosser, zart durchscheinender, ein oder mehrere Riesenzellen enthaltender Knötchen auftritt, welche durch Zusammentreffen mehrerer grössere Herde bilden, die dann in der Mitte käsig zerfallen, während an der Peripherie neue Tuberkel sich bilden, so dass schliesslich grosse Teile der Lungen zerstört werden. Hiernach leuchtet ein, dass es ein Nonsens ist, von Tuberkelknötchen zu sprechen, da dies sich nur als Knötchenknötchen übersetzen lässt. Auch heisst es richtiger das Tuberkel, wiewohl dem Sprachgebrauch nach allerdings der Tuberkel allgemein acceptiert ist.

[4]) Milium das Hirsekorn, also Miliartuberkel = hirsekorngrosses Knötchen.

Übertragung wieder Tuberkulose hervorrief, gelten musste. Chronische Reizzustände konnten chronisch entzündliche Prozesse in den Lungen hervorrufen, und diese wieder waren nach damaliger Ansicht fähig, ebenfalls infolge des chronischen Reizes in Lungentuberkulose überzugehen, also konnte nach damaliger Ansicht die Staubeinatmung direkt Lungenschwindsucht oder Lungentuberkulose erzeugen.

Heute liegt die Sache einfacher: Nach wie vor ist das miliare Tuberkel, dessen genauere Kenntnis wir Virchow verdanken, das Charakteristikum der Tuberkulose, aber wir wissen, dass das miliare Tuberkel durch einen einen bestimmten Reiz ausübenden Mikroorganismus, eben den Bazillus, erzeugt wird. Behufs Nachweis der Tuberkulose verlangen wir also den Nachweis des Bazillus in dem Tuberkel. Ohne Bazillus kann das miliare Knötchen nicht als Tuberkel angesprochen werden.

Hieraus folgt auch sofort, dass die Staubeinatmung an sich niemals Lungentuberkulose erzeugen kann, dass also Sandsteinstaubeinatmung, Russ- oder Kohlenstaubeinatmung, Baumwollenstaubeinatmung etc. etc. zu der Lungentuberkulose zunächst in gar keiner Beziehung stehen.

Es gelangt nun aber der Tuberkelbazillus wohl am meisten auf dem Wege der Einatmung in den menschlichen Organismus, also in die Lungen. Da nun die Schwindsucht, wie wir wissen, eine leider ganz ausserordentlich verbreitete Krankheit ist, da ferner der Auswurf tuberkulöser Kranker massenhaft diese Bazillen enthält, da endlich durch diesen Auswurf, wenn er trocknet und in Staub zerfällt — wobei die Bazillen vollkommen lebensfähig bleiben — reichlich Bazillen in die Atemluft übergehen können, so müssen wir den obigen Satz, dass Staubeinatmung an sich niemals Tuberkulose erzeugen kann, dahin ergänzen, dass Einatmung eines Tuberkelbazillen enthaltenden Staubes Lungentuberkulose zu erzeugen fähig ist.

Allerdings genügt hierzu nicht die blosse Einatmung. Seite 46 haben wir gesehen, dass Mikrobien durch unversehrtes Epithel nicht hindurchkönnen, es muss also die Lungenschleimhaut ihres schützenden Epithels beraubt sein, was selbstverständlich nur im kleinsten Umfang der Fall zu sein braucht. Diese Bedingung schafft uns aber gerade die Staubeinatmung, und wir sehen infolgedessen, dass, wenn Staubarbeiter einen Tuberkelbazillen enthaltenden Staub einatmen, sie eigentlich der Ansteckung schutzlos ausgesetzt sind.

Hierzu kommt noch als drittes Moment das der Erblichkeit. Wir sehen, dass Kinder tuberkulöser Eltern leichter als andere an Tuberkulose erkranken. In der Regel wird freilich der Grund hierfür darin liegen, dass die ersteren reiche Gelegenheit haben sich anzustecken; zumal

war dies in früheren Zeiten der Fall, als man über die Ansteckungsfähigkeit und die Ansteckungsweise der Tuberkulose sich noch nicht klar war. Es mag aber auch wohl eine solche erbliche Anlage sich aussprechen in einer veränderten Energie der Gewebe, in einer geringeren Widerstandsfähigkeit des Individuums gegen krankmachende Einflüsse. Sicher wird aber nicht bloss die Anlage zu Krankheiten der Eltern, sondern überhaupt von Anbeginn an ein allgemeines Siechtum auf die Kinder vererbt, wenn in einer an sich heruntergekommenen, elenden Bevölkerung ein und dasselbe Handwerk mit seinen schädigenden Einflüssen sich stetig vom Vater auf den Sohn vererbt und die jungen Leute früh mit aus gleichen Familien stammenden Genossinnen sich verheiraten.

So konstatiert Hirt,[1]) dass von den Glasschleifern diejenigen am häufigsten erkranken, „welche gleich nach dem Austritt aus der Schule, im 15. Lebensjahre, ihr Gewerbe ergriffen haben; diese acquirieren eine bedeutende Disposition zu chronischen Brustkrankheiten, deren Keim sie freilich schon von Kindheit an in sich trugen, da in der grossen Mehrzahl der Fälle sich das Gewerbe und mit ihm die Gewerbekrankheiten vom Vater auf den Sohn forterben“, wie dies ähnlich bei den Webern geschieht. Es beruht dies auf der Thatsache, dass in einigen Gegenden bestimmte Industrieen heimisch geworden sind, sei es, dass in den Gegenden sich das Material für die betreffende Industrie findet, wie z. B. in Thüringen für die Schiefergriffel- und -Tafelindustrie, sei es, dass durch andere äussere Verhältnisse sich eine Industrie an bestimmten Orten eingebürgert hat, dass die Bevölkerung es in dieser Arbeit zu einer besonderen Kunstfertigkeit und Geschicklichkeit bringt, welche auch auf die nachwachsenden Generationen weiter übergehen. So sind die Bandwirker in und um Ronsdorf, die Weber in Schlesien, die Seidenweber und Sticker in der Schweiz u. s. w. u. s. w. zu Hause. In der Seidenweberei im Kanton Zürich sind über 90⁰/₀ der beschäftigten Arbeiter Kantoneingeborene.[2])

Schafft also einerseits der Staub die Disposition im Organismus, so dass die Infektion haften kann, verstärkt weiterhin häufig erbliche Belastung diese Dispositon, so muss andererseits das enge Zusammenleben der Arbeiter, das Fehlen jeder, auch der geringsten Maassregel gegen eine Ansteckung — wobei bis vor kurzem vielfach allerdings keine Nachlässigkeit, sondern nur Unkenntnis vorlag — eine solche da, wo sie überhaupt möglich war, ganz unvermeidlich machen.

[1]) a. a. O. S. 244.

[2]) s. Schuler und Burkhardt a. a. O.

So schreibt Dr. Pierre Givre[1]), dass die Sterblichkeit an Tuberkulose bei den Lyoneser Seidenarbeitern 25,1 %, bei der übrigen Bevölkerung 20,2 % betrage. Den Grund für die grössere Verbreitung der Tuberkulose unter den Seidenarbeitern sucht er lediglich in deren stetem engem Beisammensein; sie sitzen bei der Arbeit eng zusammen, essen zusammen, schlafen zusammen, ja sogar oft zwei zusammen in einem Bett aus Mangel an Raum. Oft wird das Bett eines an Tuberkulose Gestorbenen ohne weiteres, ohne irgend welche Desinfektion, von einem anderen benutzt, in den Werkstuben ist keine Reinlichkeit, der Auswurf wird einfach auf den Fussboden deponiert, so dass, wenn nur ein Schwindsüchtiger in der Werkstatt ist, die Ansteckung erfolgen kann, ja bei dem leichtesten Katarrh eines der nicht tuberkulösen Mitarbeiter erfolgen muss. Dieses Zusammenschlafen würde, falls einer der Mitschläfer tuberkulös wäre, noch eine ganz besondere Gefahr mit sich bringen, wenn sich eine Beobachtung von Dewèwre[2]) bestätigt, wonach Tuberkulose durch die Bettwanze übertragbar ist. Der genannte Autor will auf diese Weise die Infektion eines Bruders durch den anderen tuberkulösen erklären, da er in dem von den Brüdern benutzten Bett Wanzen fand, von denen 60 % reichlich Tuberkelbazillen enthielten. Er zerstiess die Insekten, verdünnte und filtrierte den Brei und erzielte mit dem Filtrat die schönsten Tuberkelbazillenkulturen. Uns erscheint diese Ansteckung recht fraglich. Übertrug die Wanze durch ihren Stich oder Biss die Tuberkulose, so hätte doch zuerst die Stichstelle sich in ein tuberkulöses Geschwür umwandeln müssen. Vom höchsten Interesse ist die Beobachtung immerhin.

Hirt bezeichnet es bezüglich der bereits erwähnten Weber[3]) geradezu als eine unglückliche Gewohnheit, das Gewerbe von Generation auf Generation zu vererben. „Da wird nicht gefragt, ob der Sohn vielleicht schon beim Austritt aus der Schule dauernd hustet, den Keim zur chronischen Pneumonie in sich tragend — der Vater sass und sitzt am Webstuhl, der Grossvater that es, folglich thut es der Sohn und Enkel auch.“ — Dazu sieht Hirt, und mit vollem Recht, das frühe Heiraten im Alter von 20 bis 22 Jahren ohne Überlegung, ob die Mittel zum Unterhalt einer Familie vorhanden sind oder nicht, und die dann aus solcher Unzulänglichkeit der Mittel entspringende kärgliche Ernährung bei jämmerlichsten Wohnverhältnissen als weitere Momente an, durch welche die Bevölkerung degeneriert.

[1]) De la tuberculose chez les ouvriers en soie. Paris 1890.

[2]) Revue de médecine 1892, No. 4.

[3]) a. a. O. S. 188.

Niemals ist also das Gewerbe an sich der Erzeuger der Tuberkulose oder der Lungenschwindsucht oder der käsigen Pneumonie, wie man früher geglaubt hat. War doch auch bezüglich der Tabaksarbeiter die Legende entstanden, dass die Tuberkulose als Berufskrankheit auch dieser Arbeiter zu gelten habe. Und so kamen die mannigfachsten Industriebetriebe in denselben Ruf, Lungenschwindsucht erzeugende zu sein, denn natürlich: sass einmal die Tuberkulose in einer eine bestimmte Industrie treibenden Bevölkerung fest, so musste sie sich, bei der früheren Unkenntnis über den Träger des Ansteckungsstoffes, ganz erschreckend unter dieser Bevölkerung ausbreiten. Da kann es denn auch nicht Wunder nehmen, wenn Popper berichtet, dass von 178 tuberkulösen Handwerkern 105 in Staubatmosphären gearbeitet hatten, oder wenn Peacock berichtet, dass in einer Londoner Mühlsteinfabrik 40% aller Arbeiter an Lungenschwindsucht starben und dass unter 41 Arbeitern 23, welche im Alter von 20 Jahren in diesen Beruf eingetreten waren, ein Durchschnittsalter von nur 24 Jahren erreichten.[1]) Noch schlimmer steht es um die Steinmetzen, deren Sterblichkeit 3 bis $4^3/_4$mal so gross ist wie die der übrigen Gesamtbevölkerung, wobei die Lungenschwindsucht in etwa 90% der Fälle als Todesursache auftritt. So starben von 344 Gehilfen des Verbandes der Steinmetzen Deutschlands 311, d. i. $90,4\%$, an Kehlkopf- und Lungenschwindsucht, und das Durchschnittsalter von 240 Steinmetzen, welche Sommerfeld[2]) untersuchte, betrug nur 29 Jahre 2 Monate. Von diesen hatten 53, d. i. 22%, das Durchschnittsalter überschritten, das waren aber solche Leute, die als Polierer oder auf Bauten thätig waren oder auch zeitweise andere Arbeit gehabt hatten. Unter diesen 240 fand Sommerfeld 75 Phthisiker, also $31,25\%$, aber 160, $= 66^2/_3\%$, hatten noch Kehlkopfkatarrh, es hatte also nur $^1/_4$ der 240 Steinmetzen einen gesunden Kehlkopf. Wie kann man bei solchen Verhältnissen sich wundern, dass man die Schwindsucht als direkte Folge der verschiedensten mit Staubentwickelung verbundenen Industrieen ansah und sie als Steinmetzkrankheit, als Schleifersasthma, als Mühlsteinkrankheit, als Schwarzspucken, als miner's phthisis oder miner's asthma, als potter's asthma u. s. w. bezeichnete. War doch die Lungenoberfläche aller jener Arbeiter nach kurzer Thätigkeit in der Staubatmosphäre wie ein gepflügter Acker bereit, die Saat zu empfangen, und an der Aussaat des Schwindsuchtskeimes fehlte es bei den zahlreichen Schwindsüchtigen in jenen Gewerben am allerwenigsten.

[1]) Sommerfeld, Die Berufskrankheit der Steinmetzen, Steinbildhauer und verwandten Berufsgenossen. Berlin 1892.

[2]) a. a. O.

In der Thatsache, dass kein mit Staubentwickelung verbundenes Gewerbe für sich allein Schwindsucht zu erzeugen imstande ist, liegt auch der Grund dafür, dass Untersuchungen und Berichte über ein und dieselbe Industrie in verschiedenen Bezirken sehr verschiedene Ergebnisse liefern konnten und mussten. In gut angelegten Fabriken, in denen dem einzelnen Arbeiter der genügende Platz gelassen wurde, so dass er nicht noch von dem vom Nachbarn erregten Staub belästigt werden konnte, deren Arbeiter aus einer gut gearteten und gesitteten Bevölkerung stammten und ausreichend gelohnt wurden, wird das Ergebnis der Untersuchung auf Staubkrankheiten ein anderes sein als da, wo in schlechten, verwahrlosten Räumen eine demoralisierte, das verdiente Geld in liederlichem Leben durchbringende Bevölkerung ihr Dasein hinfristet.

Sagt doch Hirt, nachdem er die schädliche Einwirkung der Arbeit der Glasarbeiter hervorgehoben, wörtlich: „Diese beiden Momente (nämlich: Staub beim Stampfen und Schleifen), wesentlich unterstützt durch ausschweifende und liderliche Lebensweise, welcher sich die Schleifer bei ihrem relativ grossen Verdienste rücksichtslos in die Arme werfen, haben es dahin gebracht, dass diese Gewerbteibenden . . . ein recht jämmerlicher Menschenschlag geworden sind, die nicht blos selbst immer an Krankheiten zu leiden haben, sondern die auch meist kranke und elende, kaum lebensfähige Kinder erzeugen."

Aus sochen Gründen kommt es zu den verschiedensten Urteilen über dieselbe Sache, und besonders haben gerade über die Entstehung der Tuberkulose, über die Gefährlichkeit der einzelnen Industriezweige in dieser Hinsicht die widersprechendsten Ansichten cirkuliert. Man konstatierte, in der und der Industrie starben so und so viele an Lungenschwindsucht, aber die hochwichtige Frage z. B., wieviele von den Tuberkulösen von ebenfalls schon tuberkulösen Eltern abstammten, wurde nicht diskutiert.

Da es auch erst mit der Kenntnis des Tuberkelbazillus möglich geworden ist, eine auf unanfechtbaren Grundlagen beruhende Krankheitsstatistik aufzustellen, so können wir leider allen früheren Statistiken keinen entscheidenden Wert, ja nicht einmal einen Vergleichswert beimessen. Um die bisherigen Statistiken zu vergleichen, müsste man doch z. B. mindestens wissen, wie lange die betreffende Bevölkerung die in Frage stehende Industrie betreibt, wie waren und sind die Lohnverhältnisse, wie war die Sterblichkeit der Bevölkerung und der in Frage kommenden Altersklassen im allgemeinen, wie war die Verbreitung der Tuberkulose, wie viele der bezüglichen Arbeiter sind erblich belastet? Nur nach Beantwortung dieser Fragen könnte man eine einigermaassen richtige Statistik aufstellen. In Deutschland werden uns mit der Zeit die

Krankenkassenbücher eine Morbiditätsstatistik für die verschiedenen Industrieen geben können, die auf zuverlässigen Grundlagen beruht. Vor allem wird auch dann der den meisten der heutigen Statistiken zu machende Vorwurf fortfallen, dass sie auf zu kleinen Zahlen beruhen; man wird mit genügend grossen Zahlen arbeiten, so dass die in den einzelnen Verhältnissen nie fehlenden zufälligen Abweichungen sich ausgleichen und nur die charakteristischen Grundzüge zur Summe sich zusammenlegen können, so dass wir ein thatsächlich richtiges Bild mit Hilfe einer solchen Statistik erhalten.

Die von Schuler und Burkhardt verfasste, oben mehrfach citierte Arbeit ist unseres Wissens die erste Statistik dieser Art, die sich auf die neugewonnenen Resultate der Krankenkassen stützt und die somit thatsächlich Anspruch auf grosse Glaubwürdigkeit machen kann.

Im allgemeinen ist man heute vorsichtiger in den verschiedenen Betrieben geworden. Die Sputa können in der Regel nicht mehr eintrocknen und zerstäuben, sondern sie werden im Wasser aufgefangen, womit allerdings die Gefahr der Weiterverbreitung der Tuberkulose wesentlich eingeschränkt ist. Man müsste aber, um die Giftquelle auf nachhaltige Weise abzufangen, darauf hindrängen, dass Arbeiter mit vorgeschrittener, manifester Tuberkulose nicht mit anderen Arbeitern zusammen arbeiten dürften. Alle anderen Verbesserungsvorschläge sind Stückwerk. So suchen einige lediglich das Heil im Achtstundentag nach dem berühmten Rezept: Acht Stunden arbeiten, acht Stunden schlafen, acht Stunden erholen. Die Verkürzung der Arbeitszeit kann und wird nach unserer Ansicht auch nicht die kleinsten Schwierigkeiten lösen. Die Menschen sind eben keine Maschinen, sondern denkende Wesen mit Eigenwillen und mit individuellen Konstitutionen, die nicht über einen Kamm zu scheren sind. Für schwächliche Leute sind aber auch acht Stunden noch zu viel, für manche mag es gerade herhalten, für die kräftigen Arbeiter ist aber die Achtstundenzeit zu wenig!

Ehe wir unser Thema verlassen, haben wir noch ein Wort bezüglich der pathologisch-anatomischen Läsionen zu sagen, welche man bei den Leuten findet, welche einerseits von der regulären Phthise und andererseits von der durch die Staubatmung erzeugten Krankheit heimgesucht worden sind. Selbstverständlich ist diese Komplikation eine sehr häufige, so dass man von einer Phthisis anthracotica oder von einer Chalicosis phthisica bezw. Phthisis chalicotica recht gut zu sprechen berechtigt ist. So findet man im letzteren Falle, bei Mühlsteinarbeitern z. B., neben Cavernen, Verwachsungen der Lunge mit der Pleura, schwielige Verdickungen, steinharte kleinere Konkremente, schwärzliche stark vergrösserte Bronchialdrüsen etc.

Auch das Faktum wollen wir nicht unerwähnt lassen, dass man behauptet, die Einatmung von Kohlenstaub töte die Anlage zur Phthise. Guillot[1]) behauptet, dass er bei Tuberkulösen in den Lungen immer da die Tuberkel verkreidet oder verkalkt vorgefunden habe, wo sich viel Kohle abgelagert hatte. Hirt ist geneigt, diese Thatsache als feststehend zuzulassen und ist nur noch im Zweifel, ob eine antiseptische Wirkung der Kohle vorliegt, oder ob thatsächlich die Kohle die Neubildung von Gefässen, welche nach Schröder van den Kolk um die Tuberkel stattfinde, zu verhindern vermöge. Arnold[2]) weist eine specifische Wirkung der Kohle zurück und will einen Antagonismus zwischen Anthracosis und Tuberkulose nur soweit zulassen, als die in der Lunge abgelagerten Staubmassen der Verbreitung des tuberkulösen Giftes hinderlich sind, indem sie demselben die Bahnen verlegen.

Wir glauben, dass auch dies nicht richtig ist; der Schwerpunkt liegt in den Worten Guillot's, dass er in den Lungen Tuberkulöser die Tuberkel immer da verkreidet und verkalkt gefunden habe, wo sich viel Kohle abgelagert hatte. Ja, waren denn das Tuberkel? Guillot kannte zu der Zeit den Tuberkelbacillus nicht. Also ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass Guillot bei diesen Leuten eine echte Anthracose oder auch eine Chalicosis anthracotica gesehen hat und die durch diese verursachten Prozesse, insbesondere die oben erwähnten infolge chronischer Entzündung entstandenen knotigen Indurationen des Lungengewebes,[3]) für das Endprodukt einer verkümmerten, zu Grunde gegangenen Phthise gehalten hat. Wir würden jedenfalls die Ansicht, dass es sich in diesen Fällen um eine in gewissem Sinne geheilte Phthise gehandelt habe, nur auf Grund von mikroskopisch auf den Nachweis des Tuberkelbacillus geprüften Fällen hin adoptieren können, glauben aber vorläufig, dass sich die Tuberkulose ohne jede Behinderung neben und mit der Anthrakose entwickelt.

Unsere Erörterungen führen zu folgenden Schlüssen:

1. Niemals kann Einatmung irgend einer Staubart an sich allein Lungenschwindsucht erzeugen.

2. Lungenschwindsucht kann nur hervorgerufen werden, wenn — etwa mit dem eingeatmeten Staube — Tuberkelbazillen in die Lunge hinein gelangen.

3. Die letztere Möglichkeit ist ausserordentlich häufig gegeben, da

[1]) Vergl. Hirt a. a. O. S. 150.

[2]) a. a. O. S. 144.

[3]) Vergl. S. 49.

a) eine grosse Anzahl von Arbeitern tuberkulös ist und den Ansteckungsstoff mit dem Lungenauswurf reichlich verbreitet; da

b) bei mit Staubentwickelung verbundenen Betrieben der eingeatmete Staub die Lungenschleimhaut wund macht, so dass etwa eingeatmete Bazillen stets Wurzel fassen und sich vermehren können; da ferner

c) bei vielen jugendlichen Arbeitern, die von schwindsüchtigen Eltern abstammen, die erbliche Disposition hinzukommt; und da endlich

d) das enge Zusammenwohnen, Zusammenleben und Zusammenarbeiten nicht tuberkulöser, aber in der grössten Mehrzahl durch bestehende chronische Katarrhe der Atmungswege immer für die Ansteckung disponierter Arbeiter mit bereits tuberkulösen die Gelegenheit zur Ansteckung vervielfacht, ja letztere fast unvermeidlich macht.

Hiernach ergiebt sich das, was zur Bekämpfung der Übelstände zu thun ist, von selbst, d. h.: Wenn möglich Beseitigung von Arbeitern mit manifester Lungentuberkulose aus den Arbeitsräumen; mindestens immer aber Verhütung der Möglichkeit des Eintrocknens und des Verstäubens des Lungenauswurfs (strengste Kontrolle, dass derselbe nur in Speinäpfe und zwar in mit Wasser gefüllte deponiert wird); Staubabsaugung, damit die Lunge nicht den prädisponierenden Katarrh bekommt; sorgfältige Auswahl der Lehrlinge in bestimmten Berufen mit Hilfe des Arztes. Zurückweisung solcher, die von tuberkulösen Eltern stammen und selbst schon einen habitus phthisicus haben von den Berufen, welche mit Entwickelung offensiven Staubes verbunden sind.

D. Der mechanisch wirkende Staub in den verschiedenen Industrieen.

Der in die Luftröhre, in die Bronchien und Lunge gelangende Staub wirkt, je nach seiner Beschaffenheit, bald gar nicht, bald weniger, bald mehr verletzend. Es hängt dies von seiner Konfiguration ab, über welche uns einzig und allein das Mikroskop einen genügend sicheren Aufschluss geben kann. Nur unter diesem zeigen sich die schlimmen Spitzen, Ecken, Kanten, welche die zarten Epithelzellen der Schleimhäute zu verletzen im stande sind, oder wir erkennen die Staubteilchen als rundliche Gebilde, welche sich inoffensiv verhalten, oder wir sehen Fäserchen mit hakenförmig umgebogenen Ausläufern, welche zwar kaum verletzend wirken können, die aber fest anhaften und trotz Hustens nur schwer wieder herauszubefördern sind.[1])

[1]) Vergl. Migerka a. a. O.

Um die Staubarten genauer zu erörtern, teilen wir sie in folgende drei Gruppen, wobei wir die lediglich praktische Unterscheidung des Grades der Gefährlichkeit des Staubes unserer Betrachtung zu Grunde legen.

a. Nicht verletzend wirkende Staubarten.

Zu diesen, welche sich gegen das lebende Gewebe indifferent verhalten und in der Regel nach kurzer Zeit wieder ausgestossen werden, gehört u. a. der Graphitstaub, der bei der Bleistiftfabrikation erzeugt wird. Das Blei in den Stiften besteht aus Graphit und Thonerde, welche Mischung geschlemmt, gemahlen, getrocknet, zu Teig verwandelt, durch Löcher gepresst und in Streifen geschnitten wird, die gebrannt werden. Ausserdem wird Graphit noch vielfach zum Einstreuen in Giessformen, zum Anstrich von Eisen-, Thon- und Holzwaren gebraucht. Ferner gehört hierher der bei der Zwirnfabrikation durch die Sengeapparate entstehende russige Staub, ebenso wie derselbe beim Sengen der gewirkten Baumwollzeuge oder des gesponnenen Baumwollgarns entstehende Staub, obwohl man trotz der Unschädlichkeit dieses Staubes die Sengapparate mit Absaugevorrichtungen zu versehen pflegt. Auch der Tabakstaub wurde von vielen als unschädlich angesehen, jedoch mehren sich gerade in den letzten Jahren die Ansichten derer, welche annehmen, dass die Tabakarbeiter doch in gewisser Hinsicht leichter erkranken als andere, und da darin alle Beobachter übereinkommen, dass diese Arbeiter ein Stadium der Gewöhnung durchzumachen haben, so werden wir den Tabakstaub im nächsten Kapitel als einen chemisch wirkenden Staub besprechen. Der Krappwurzelstaub, welcher beim Zermahlen der gereinigten, zerschnittenen und dann gerösteten Wurzeln von Rubia tinctorum massenhaft entsteht, enthält Alizarin, im Handel als Alizarin vorkommend, dann Rubiacin, Xanthin. Unter dem Mikroskop zeigt er, wie jede unschädliche Staubart, runde amorphe Teilchen. Er wirkt nicht schädlich, wiewohl Krapp in allen Se- und Exkreten der Arbeiter — so im Harn spektralanalytisch — nachgewiesen worden ist.[1]) Ebenso ist der Staub der Zichorienwurzel, von Cichorium intybus, inoffensiv und besteht ebenfalls aus rundlichen, stumpfen Molekeln. Endlich haben wir noch den in den Mühlen zu Tage tretenden Mehlstaub als völlig unschädlich zu bezeichnen.

Alle diese Staubarten dringen wohl in Luftröhre und Lungen ein, sie reizen aber die Schleimhaut nicht und setzen der Staubabfuhr aus den Lungen keinen Widerstand entgegen.

b. In geringerem Grade reizend wirkender Staub.

Hierher gehören Staubarten, welche entweder durch ihre Massenhaftigkeit wirken, oder aber dadurch die Schleimhaut reizen, dass sie sich fest in dieselbe einlagern und daher schwer wieder aus der Lunge zu entfernen sind.

1. Animalischer Staub.

Der Wollstaub zeigt uns runde, mit Schüppchen besetzte Faserteilchen von der Dicke eines feinen Tierhaares, was ja auch der Herkunft der Faser entspricht; sie ist weich und biegsam, haftet aber infolge ihrer Struktur, wenn einmal eingeatmet, sicher sehr fest an der Schleimhaut. Der Staub entwickelt sich vorzugsweise bei der

[1]) Hirt a. a. O. S. 205.

Weberei beim Scheren der Kettenspulen, ist aber lange nicht so massenhaft wie bei der Baumwolle, indes ist bei der Garnspinnerei und Tuchweberei der Einfluss des Staubes arg übertrieben worden. Soll einerseits nicht verkannt werden, dass der Staub, wenn dauernd und in Mengen eingeatmet, Katarrhe der Schleimhaut der Atemwege hervorrufen kann, zumal auch im Auswurf von Nähmaschinenarbeiterinnen, welche beim Tuchnähen sehr feinen Wollstaub einatmen, Wollfäserchen nachgewiesen wurden (Sommerbrodt), so muss andererseits betont werden, dass die früher meist schlechte Ventilation der immer hoch temperierten Websäle, die Verschlechterung der Luft durch den Öldunst des zum Besprengen der Wolle wie auch bei dem früheren Beleuchtungsmodus zur Speisung der kleinen Öllämpchen verbrauchten Öles, oft auch die schlechte mangelhafte Lebenshaltung der Weber infolge der schlechten Löhne, mehr als der Wollstaub zu dem früher allbekannten Elend und der Schwächlichkeit der Weber beigetragen hat. Segensvolle Änderung der Einrichtungen und äusseren Verhältnisse sind auch hier bereits an vielen Orten festzustellen. Das mittlere Lebensalter der Weber sollte nach verschiedenen Berechnungen, bei denen zuweilen lächerlich kleine Zahlen zu Grunde gelegt worden waren, etwa zwischen 50 und 60 Jahren schwanken. Abgesehen davon, dass dies nicht einmal ungünstig wäre, lassen wir diese Statistiken auf sich beruhen.

Auch bei Herstellung der Sammettapeten wird der feine aus kurzen Wollhaaren bestehende, beim Tuchscheren abfallende Wollstaub benutzt und kann, wenn eingeatmet, chronischen Katarrh erregen. Strumpfwirker leiden beim Rauhen und Scheren der Strümpfe nach dem Walken weniger durch den Wollstaub, zumal wenn die Arbeit durch die Maschine besorgt wird.

Ungefährlich ist auch wohl der in einer sogenannten Kotzenfabrik entstehende Lodenstaub, in welchem man zerfetzte Kuhhaare und andere Fäserchen ähnlicher Provenienz findet.

Der Staub, der bei der Kunstwollindustrie entsteht, ist ein sehr gemischter und setzt sich aus vielem gewöhnlichen Staube zusammen, besteht also auch aus anorganischen Teilen neben den Wollfasern. Der Staub entsteht beim Reinigen der gestrickten oder gehäkelten Sachen (Shoddy), beim Zerreissen der gewebten (Mungo) und beim Reinigen der zur Herstellung der Extraktwolle (Vernichtung der Pflanzenfaser durch Säuren) bestimmten gemischten Gewebe. Das Reinigen geschieht auf dem Klopfwolf. Wird der massenhaft entstehende Staub nicht abgesaugt, so müssen die Arbeiter in kürzester Frist erkranken.

Der noch als Staub tierischen Ursprungs zu erwähnende Seidenstaub, der aus sehr dünnen, feinen, biegsamen Seidenfädchen besteht, kann wohl keinerlei offensiven Einfluss ausüben.

Bei der künstlichen Düngerfabrikation tritt massenhaft Staub auf, wenn z. B. Knochen, Knochenkohle, Guano etc., ehe der phosphorsaure Kalk durch Säurebehandlung aufgeschlossen wird, gemahlen werden und ebenso, wenn desgleichen, um den nötigen Stickstoff dazu zu bekommen, Lederabfälle, Horn, wollene Lumpen gemahlen werden müssen. Nach Hirt soll dieser Staub niemals gesundheitsschädlich auf die Arbeiter gewirkt haben, kann aber, dauernd in grossen Mengen eingeatmet, zweifellos chronische Katarrhe erzeugen.

Auch in Knochenmühlen, in denen der Staub so verbreitet ist, dass die Knochenmüller so weiss wie die Mehlmüller aussehen, hat man besonders häufige Erkrankung der Arbeiter nicht beobachtet. Hornstaub enthält mehr spitzige und scharfkantige Teilchen und kann daher schon eher krankmachend wirken, besonders in Drechslereien, wo Horn vorzugsweise bearbeitet wird. (Vergl. weiter unten die Krankheit der Perlmutterdrechsler.) Elfenbeinstaub hat weniger scharfe Karten.

Andere Staubabfälle von Tierhaaren, wie Rosshaarstaub, Borstenabfallstaub wirken sehr schädlich auf die Lungen ein und werden weiter unten besprochen.

2. Vegetabilischer Staub.

In erster Linie gehört hierher der Baumwollenstaub, welcher unter dem Mikroskop sich als aus charakteristischen, feinen, pfropfenzieherartig gewundenen Fäserchen zusammengesetzt erweist, zu denen gelbliche bis schwarze Blättchen, Zellfragmente und strukturlose Teilchen[1]) hinzutreten. Der beim Reinigen der Baumwolle entstehende Staub enthält auch Erde, Sand, welche Bestandteile im Staub der gereinigten Baumwolle fehlen. Es kommt zur Staubentwickelung beim Auflockern und Reinigen, sowie beim Verarbeiten der Baumwolle zu Baumwollbändern, aus denen das Garn gesponnen wird. Bei letzterer Prozedur entsteht in gut ventilierten Sälen kein belästigender Staub, beim Nassspinnen entsteht überhaupt kein Staub. Wiederum entsteht aber Baumwollenstaub in grossen Mengen in Wattefabriken, beim Rauhen des Barchent etc. Der Staub verursacht beim Eindringen in die Luftwege zuerst Kitzeln im Hals, welches einen anstrengenden Husten zu Wege bringt, mittels dessen weissliche Sputa[2]) entleert werden. Allmählich entsteht ein chronischer Bronchialkatarrh, die Menge der schaumig-weisslichen, klebrigen Sputa vermehrt sich, und regelmässig findet man in demselben unter dem Mikroskop — zuweilen, besonders wenn bereits Erweiterung der Bronchien vorhanden ist, noch mehrere Tage nach dem letzten Aufenthalte in Spinnereien — die Baumwollfäserchen, wie sie im Staube des Arbeitssaales enthalten sind. Es hat nun im Jahre 1836 van Coetsem eine besondere Veränderung der Lunge beschrieben, welche bei fortgesetzter Einatmung des Baumwollenstaubes sich im Laufe der Jahre bei den Arbeitern entwickeln und in einer Einschmelzung des Lungengewebes bestehen sollte. Schliesslich wurde dabei die Lungensubstanz hart, schwer, undurchdringlich; Haargefässe, Nerven und Lungenzellen schwinden und werden ersetzt durch eine einem speckigen Gewebe ähnliche, perlgraue, durchaus homogene, amorphe, dem Wasser Widerstand leistende Substanz. Diese von van Coetsem als „pneumonie cotonneuse“, von anderen analog dem Namen Anthracosis als Byssinosis pulmonum bezeichnete Krankheit scheint jetzt verschwunden zu sein. Wenigstens ist es mir nie gelungen, auch nur von einem authentischen Fall zu hören. Möglich, dass auch bei den Fällen Coetsem's ein anderer Krankheitsprozess neben dem durch die Baumwollenfasereinatmung hervorgerufenen Bronchialkatarrh bestanden hat. Unwillkürlich erinnert die Beschreibung Coetsem's an ein durch Koagulationsnekrose verändertes Gewebe. Wir müssen also die Byssinosis pulmonum, welche es auch Hirt nicht gelungen ist, zu Gesicht zu bekommen, als eine heute nicht mehr vorkommende Krankheit ansehen, bis wir vielleicht einmal durch eine Sektion eines besseren belehrt werden. Natürlich müsste aber auch der Beweis erbracht sein, dass in solchen Fällen der Tuberkulosebazillus fehlt. Zweifellos bleibt aber bestehen, dass infolge von Baumwollenstaubeinatmung chronischer Bronchialkatarrh mit allen seinen Folgen sich entwickeln kann. Da die Baumwollarbeiter an den Kratzmaschinen auch die Karden zu schleifen haben, so sollen sie auch scharfkantigen Schleifstaub neben den Baumwollfasern einatmen, indes ist das nach von Schuler und Burckhardt gemachten Versuchen[3]) nicht richtig. Ausserdem sind Absaugevor-

[1]) In den gewerblichen Betrieben vorkommende Staubarten in Wort und Bild. Wien 1892.

[2]) Lat. sputum das Ausgespieene, Speichel, Auswurf, von spuo ich speie.

[3]) a. a. O. S. 68.

richtungen vielfach in Gebrauch. Überhaupt hat in gut angelegten Spinnereien die Zahl der an Bronchialkatarrhen, chronischen Pneumonieen und Phthise leidenden Arbeiter sich ganz ausserordentlich verringert.

Der Flachsstaub entsteht beim Flachsbrechen, wobei der umhüllende Holzkörper in kurze Teile zerbrochen wird, beim Flachsschwingen, wobei die Holzteilchen von den freigewordenen Fasern sich trennen sollen, und beim Flachshecheln, wobei die Fasern gestreckt werden. In dem Staub sieht man Flachsfäserchen, Flachszellen, spitzig geformte, quer gestreifte Bastparenchymzellen[1]) und amorphe Staubteilchen. Dieser Staub ist an sich nicht so schlimm, obwohl er, einmal in die Lunge hineingelangt, sich darin sehr festsetzt, dennoch wirkt er gefählich, wahrscheinlich durch den Gehalt an Kieselsäure, welcher im Flachsstroh bis 13 % betragen kann (Eulenberg). Diese Kieselsäure stammt von der Pflanze selbst, deren Bastfasern durch einen nur in alkalischer Lauge löslichen pflanzenleimartigen Stoff und durch eine inkrustierende Substanz innig verbunden sind. Letztere enthält bis 13 % Kieselsäurehydrat (Kieselerde), und es ist daher wahrscheinlich, dass auch im Flachsstaub Kieselsäure enthalten ist. Selbstverständlich kann auch der Flachsstaub durch dem Flachsstroh anhaftende Erde, Sand etc. verunreinigt sein und auch auf diese Weise zu einem Kieselsäuregehalt kommen. Da hinzukommt, dass die Flachsfaser weit spröder ist, weniger biegsam als die Baumwollenfaser, so ist es erklärlich, dass die Arbeiter in Flachsmühlen bei dauernder Arbeit bald lungenkrank werden, wobei selbstverständlich wiederum ein Bronchialkatarrh den Anfang macht und infolge der in diesen Fällen besonders starken Reizung der Lunge die Disposition zu Lungenentzündung etc. schafft. Greenhow[2]) fand bei zwei an Lungenleiden gestorbenen Flachsbrechern in der Lungenasche 7,1 bezw. 22,2 % Kieselsäure, so dass also eine echte Chalicosis pulmonum vorlag.

Der Hanfstaub kommt dem Flachsstaube sehr nahe. Unter dem Mikroskop sieht man feinste Fäserchen, Bastparenchymzellen, gelbliche Blättchen und stäbchenförmige Bruchstücke der Oberhaut[3]) nebst anorganischen Beimengungen. Es kann der Hanfstaub auch Kalkteilchen enthalten, wenn der Hanf, wie der polnische, in Kalkwasser geröstet wird. Die Hanffaser ist noch spröder als die Flachsfaser. Starke hartnäckige Bronchialkatarrhe entstehen bei den Arbeitern bei der Hanfverarbeitung, wovon die in luftigen Räumen, wenn nicht ganz im Freien arbeitenden Seiler am wenigsten betroffen werden. Wohl aber entsteht bei der allerdings nur zeitweise vorgenommenen Arbeit in der Hechelkammer ein Symptomenkomplex, bei dem besonders ein starker Husten und eine auffällige Mattigkeit und Erschöpfung nach der Arbeit hervortreten. Die Seiler bezeichnen den Zustand als „Hechelfieber", welches Hirt[4]) mit dem Giessfieber der Messinggiesser in Parallele bringt. Beiden Zuständen liegt allerdings wohl ein intensiver Reizungszustand der Schleimhaut der Luftwege zu Grunde.

Der Jutestaub ist lichtbraun, stark verfilzt; er enthält Holzfragmente, die Faser ist an den Rändern zerfetzt, stachelförmig aufgerauht, zerklüftet. Man sieht unter dem Mikroskop neben der Faser Parenchym- und Holzzellen. Der Staub fliegt leicht auf und würde noch offensiver sein als Hanf- und Flachsstaub, wenn die Jutefaser nicht zum Zwecke einer grösseren Biegsamkeit bei der Verarbeitung etwas eingefettet würde. Wird aber bei den vorbereitenden Operationen Jutestaub eingeatmet,

[1]) Vergl. Staubarten in Wort und Bild S. 8.

[2]) Zitiert von Merkel in Ziemssen's Handbuch S. 205.

[3]) Vergl. Staubarten in Wort und Bild S. 8.

[4]) a. a. O. S. 194.

so wird er sicher rasch zu Katarrhen führen, da die Fäserchen, wie Hanf- und Flachsfäserchen, wenn einmal eingeatmet, stark reizen und schwer auszuhusten sind.

Dem Jutestaub sollte noch eine ganz eigentümliche Wirkung zukommen, indem Dr. Englisch bei jugendlichen Jutearbeitern im Wiener Rudolfshospital eigentümliche Ernährungsstörungen mit Blässe, Mattigkeit, heftigen blitzartigen, die Beine durchfahrenden Schmerzen beobachtete, wobei alsbald eine hochgradige Erweichung und Verkrümmung der Knochen der Beine eintrat. Englisch glaubte diese Erkrankung in Parallele mit der bei Perlmutterarbeitern (s. unten) setzen zu sollen. Danach müsste man die Einwirkung eines in der Jute enthaltenen Giftstoffes annehmen. Es geben aber die Berichte der österreichischen Gewerbeinspektoren[1]) eine andere Erklärung für die Erscheinung. Sie glauben die Ursache der Krankheit in einer Erschütterung des Bodens durch die Jutemaschine infolge zu schwacher Konstruktion des letzteren, bezw. der darunter gelegenen Decke suchen zu müssen. Dass dauernde starke Erschütterung auf das Rückenmark jugendlicher Personen schädlich einwirken kann, erscheint von vornherein vollkommen möglich.

Verlassen wir die Textilindustrie, verbleiben aber beim Pflanzenstaub, so finden wir bei der Korngewinnung neben dem unschädlichen Mehlstaub einen recht unangenehmen Staub beim Dreschen des Korns, der nur deshalb nicht gefährlich wird, weil die Arbeit nicht eine dauernde und der Arbeitsraum in der Regel eine luftige Scheune ist. Bei Dreschmaschinen wird der Staub aufgefangen. Ehe das Getreide gemahlen wird, muss es gereinigt werden, was mittels Sieben oder in Trommeln geschieht. Der dabei entstehende Reinigungsstaub enthält viel spitze Härchen, Spelzen, Stärkekörnchen, Oberhautzellen und ruft sicher Katarrh hervor. Ein ganz ähnlicher Staub, selbstverständlich auch von gleicher Wirkung, entsteht bei der Griesputzerei. Auf Kornböden leiden die Fruchtmesser zuweilen an einem sehr zähen, stark reizenden feinen Staub, der einmal aus den Teilen besteht, die noch an der Frucht daran sitzen und sich beim Bewegen davon loslösen, sodann von dem aus der Luft sich auf das lagernde Korn niederschlagenden Staub und endlich aus den aus durch Insekten oder Mäuse angenagten Körnern herausfallenden Teilchen. Dieser Staub soll in den Marseiller Docks bei den Getreidemessern Fieberanfälle hervorrufen, welche von einigen, weil sie nur bei der Arbeit mit bestimmten Getreidesorten auftreten, als eine Art Sumpffieber angesehen werden. Es erinnert dies in etwas an das Heufieber, welches durch den Blütenstaub des Ruchgrases (Anthoxanthum odoratum) hervorgerufen werden soll.

Der Holzstaub kommt bei allen Holzbearbeitungsmaschinen vor, ist spezifisch leicht und verbleibt somit fein verteilt in der Atemluft und dringt mit dieser in die Lunge. Er ist lichtgelb und besteht aus Holzgewebeteilchen mit zerrissenen, scharfen, spitzen Rändern, daneben sieht man Holzfaserzellen, Markstrahlen, spitze Gefässzellen; die Holzzellen sind geknickt, zerbrochen, zerfasert, vielfach mit Häkchen versehen.[2]) Die Form des Staubes wechselt wie seine Menge je nach der Holzart und der Art der Maschine oder des Werkzeugs, womit er erzeugt wurde. Der Staub des harten Holzes, also Birken-, Buchen-, Ahorn-, Mahagoni- und Palissanderholz ist massenhafter und feiner als der des weichen Holzes (Hirt). Sicher kann der Staub lange Zeit vertragen werden, haben aber Arbeiter dauernd ein und dieselbe Thätigkeit, z. B. an Kreissägen, Bandsägen und dergl. und sind sie dabei der Holzstaubeinatmung ausgesetzt, so ist es fraglos, dass der Staub die Atmungswege, in denen er sich infolge seiner

[1]) 1888, S. 297.

[2]) Die Staubarten in Wort und Bild S. 7.

vielfachen Ecken und Haken festsetzt, reizen muss. Kinder, welche sich mit der jetzt sehr in Aufnahme gekommenen Laubsägearbeit viel abgeben, atmen ebenfalls eine nicht unbedeutende Menge sehr feinen Holzstaubes ein, worauf bei solchen, welche irgendwie ihre Atmungsorgane schonen müssen, sehr zu achten ist. Auch beim Bearbeiten von Rotholz (Erythroxylon rufum), Blauholz (Haematoxylon Campechianum), Sandelholz (Pterocarpus santalinus) entsteht nach Hirt ein Staub aus knotigen, mit spitzen Ausläufern versehenen Teilchen bestehend, die eingeatmet zum Husten reizen; weniger Staub entwickelt sich beim Mahlen der Chinarinde, da letztere zu dieser Prozedur etwas angefeuchtet wird, dennoch verrät ein dabei auftretender bitterer Geschmack im Munde, dass Staub in die Luft übergeht. Auch der Lohmühlenstaub ist zum grössten Teil als Holzstaub anzusehen. Wo also Holzstaub auch immer auftritt, sollte man für Absaugung sorgen.

Das in der Knopffabrikation stark gebrauchte Material, wie Palmkern, Copranuss, Steinnuss erzeugt einen Staub, der gleichmässig ist, neben am Rande zerfaserten Plättchen Oberhaut- und Eiweisszellen, Parenchymgewebe und staubförmige Fragmente enthält und nur in bedeutender Masse lästig fallen kann.

Vom organischen zum anorganischen Staub bildet einen Übergang der Kohlenstaub, der massenhaft in Kohlenbergwerken auftritt, oft mit Schieferstaub (bis 30% nach einigen Untersuchungen von Hirt) vermischt, was die Gefährlichkeit des Staubes wensentlich erhöht. Wie oben bemerkt, hat man in Lungen und Bronchialdrüsen Kohlensplitterchen nachgewiesen. Steinkohlenstaub besteht aus scharf begrenzten, vieleckigen oder rundlichen, spitzen Teilchen. Holzkohlenstaub setzt sich nach Hirt aus scharfen, zugespitzten Holzteilchen zusammen, an denen die Porenkanälchen der Tüpfelzellen der Koniferen noch erkennbar sind.

Die Ansichten über die Schädlichkeit des Kohlenstaubes sind verschieden, behaupten doch sogar einige, dass die Einatmung dieses Staubes gesund sei, worin sie dadurch allerdings bestärkt werden könnten, dass thatsächlich die Schornsteinfeger verhältnismässig selten an Leiden erkranken, welche auf Staubeinatmung zurückzuführen wären. Der Gedanke, dass bei den Schornsteinfegern die Einatmung des in dem Rauch enthaltenen Kreosots, Guajacols u. s. w. unter Umständen eine gute Wirkung zu äussern vermöchte, wäre nach unseren Erfahrungen von dem Kreosot als Heilmittel vielleicht gar nicht von der Hand zu weisen. Nach William Ogle[1]) haben dagegen die Schornsteinfeger in England eine exzessiv hohe Sterblichkeit. Während nämlich für die gesamte männliche Bevölkerung die Mortalität für das Alter von 25—45 Jahr 10,16, für das von 45—65 Jahr 25,27 vom Tausend betrug, betrug dieselbe für die Schornsteinfeger 13,73 und 41,54 vom Tausend, und überhaupt waren unter den 100 Erwerbsklassen, für welche Ogle die Mortalität berechnet hat, nur noch sechs, welche eine höhere Sterblichkeit als die Schornsteinfeger hatten.

[1]) Supplement to the 45. Annual Report of the Registrar General of the United Kingdom.

Bezüglich des Kohlenstaubes beruht die Verschiedenheit der Ansichten auch darauf, dass der eine Beobachter Leute sah, welche reinen Kohlenstaub einatmeten, der andere solche, die fast ebensoviel Schiefer- wie Kohlenstaub einatmen mussten. Dazu kommen die verschiedenen Verhältnisse der Kohlengruben, von denen die einen besser gehalten sind als andere. So minderten sich z. B. die Fälle von Emphysem in Belgien, nachdem man die Strecken besser ausbaute, so dass die Leute vor Ort gerade stehen konnten (Hirt). Selbstverständlich müssen doch auch die, welche gebückt, knieend oder sogar liegend ihre Arbeit verrichten mussten, bedeutend mehr Staub einatmen als die gerade Stehenden. Auch schlechtes, russendes Geleuchte kann die Luft mit Kohlenteilchen anfüllen, und findet man in diesem Falle im Auswurf schwarze Streifen oder Fäden, von weichen rundlichen Körnchen gebildet, während beim Einatmen von Kohlenstaub stets glänzende, schwarze Schüppchen sich vorfinden.

Stratton bezeichnete die Durchdringung der Lunge mit Kohlenteilchen zuerst als Anthracosis, welche in Deutschland als Schwarzspucken bekannt ist. Bei ausgebildeter Anthracosis findet man thatsächlich eine vollkommen schwarze Lunge bei der Obduktion, während der Auswurf ebenfalls pechschwarz ist. Wie wir oben bemerkten, kann naturgemäss Anthrakose mit Lungentuberkulose zusammenfallen; so beschrieb Leuthold schon 1866[1]) einen Fall von Anthracosis, zu dem Miliartuberkulose hinzutrat. Selbstverständlich stehen beide Affektionen in gar keinem Zusammenhang. Ebensowenig glauben wir, dass die Anthrakose ein Mittel gegen die Tuberkulose ist, wovon oben schon die Rede war, denn die besseren Verhältnisse der englischen Kohlenbergleute, worauf sich hauptsächlich jene Ansicht stützt, sind bei den Bergleuten in Eisenerzbergwerken genau dieselben.

Nach unserer Ansicht hängen die besseren Verhältnisse der Bergleute von ihrer geschlossenen Organisation ab. Es findet eine gute Auswahl der Leute statt, und überhaupt können in diesen Beruf Schwächlinge nicht eintreten. Das Material ist also von vornherein gut.

Ebenso sicher ist aber auch, dass bei kräftigen Leuten mit der Zeit — um so langsamer, je mehr der Staub nur Kohle und keine Silicate enthält — chronische Lungenkatarrhe entstehen können. Im Anfang der Anthrakose findet man Lungen mit sepiaartigen Flecken, bis mit der Zeit das ganze Lungenparenchym schwarz wird und aus dessen Einschnitten eine tintenartige, die Finger färbende Flüssigkeit ausfliesst. Im Lungengewebe sind Kohlensplitterchen nachweisbar, wie während des

[1]) Berl. klin. Wochenschr. 1866, No. 3.

Lebens dauernd im Auswurf, und das auch noch, nachdem die Kranken die Arbeit schon lange aufgegeben haben. Meist ist dabei, wie Eulenberg in seiner Gewerbehygiene berichtet, die Oberfläche der Lunge mit hanfkorn- bis kirschsteingrossen erweiterten Lungenbläschen besetzt, die bisweilen mit der schwarzen Flüssigkeit angefüllt sind. Allmählich gesellt sich Asthma (Miner's Asthma) infolge von stets zunehmendem Lungenemphysem, dies wiederum eine Folge der fortgesetzten mechanischen Lungeninfiltration, hinzu, wobei die Befallenen auch abmagern. Wenn aber Eulenberg einerseits über Fälle von Anthrakose berichtet, welche erst bei der Sektion bei Kohlenarbeitern entdeckt wurden, die im Leben gar keine Erscheinungen der Krankheit dargeboten hatten und bei denen in den Lungen trotz bedeutender Depots des Kohlenstaubes Verdichtungen des interstitiellen Gewebes ebenso wie entzündliche Prozesse vollkommen vermisst wurden, und wenn er andererseits angiebt, dass neben diesen ersteren Fällen andere Fälle von Anthracosis mit Lungencavernen gefunden wurden, deren Wände infolge teilweisen Mortifikationsprozesses ungleich, buchtig, wie zernagt, mit Lungengewebsfetzen und unwegsam gewordenen Blutgefässen bedeckt erscheinen, so glauben wir, dass, wie früher so oft in der Lehre von den Pneumonokiosen, dem Stande des damaligen Wissens entsprechend in diesen Fällen zwei Dinge zusammengeworfen wurden; unserer Ansicht nach hat es sich in der letzteren Gruppe von Fällen um eine durch chronisch verlaufene Tuberkulose komplizierte Anthrakose gehandelt. Es wäre sehr an der Zeit, wenn die ganze Lehre der Staubinhalationskrankheiten einer Revision unterzogen würde, damit man die Rolle, die die Tuberkulose bisher dabei gespielt, scharf erkennen und von der Staubwirkung trennen könnte.

In Braunkohlengruben kommt das Schwarzspucken nicht vor, weil die grosse Feuchtigkeit in diesen Gruben die Staubbildung verhindert.

Köhler leiden selten an ausgebildeter Anthrakose, da sie im Freien arbeiten und nicht dauernd Kohlenstaub einatmen.

Bei der Verarbeitung der Kohle entwickelte sich z. B. bei der Schwarzpulverfabrikation beim Körnen des Salzes starker Holzkohlenstaub, der aber, weil aus weichen runden Molekeln bestehend, nicht besonders gefährlich war. Auch Former, Gelb- und Rotgiesser können an „Kohlenlunge“ leiden, weil sie vielfach die Gussformen mit Kohlenstaub auspulvern und denselben dabei einatmen können. Ich habe einen solchen Fall noch nicht beobachtet.

3. Mineralischer Staub.

Mineralischer Staub, der weniger verletzend wirkt, ist selten, allenfalls kann man den Gipsstaub hierher zählen, auch der beim Vermahlen von Kaolin, Sulfat und Kohle zur Darstellung des Ultramarin entstehende massenhafte Staub reizt wohl und verursacht Bronchialkatarrhe, führt aber keine ernstere Störung herbei, trotzdem die

Arbeiter während und nach der Arbeit ultramarinblaue Sputa auswerfen.

Im übrigen begegnen wir dem Mineralstaub wie dem Metallstaub nur in den folgenden Abschnitten, weil diese Staubarten in jeder nur einigermaassen erheblichen Quantität gesundheitsschädlich wirken und daher stets durch kräftig wirkende Absaugevorrichtungen am Orte der Entstehung fortgeschafft werden sollten.

c. In jeder einigermaassen erheblichen Quantität verletzende Staubarten.

Eine Trennung dieser Staubarten in organische und anorganische lässt sich in strengem Sinne nicht durchführen, ebenso wenig wie sich haarscharf die anorganischen Staubarten in mineralische und metallische trennen lassen, wie sich nachher zeigen wird, dennoch wollen wir zur Erleichterung der Darstellung diese Gruppierung der Staubarten je nach dem Material, von welchem sie herstammen, beibehalten.

1. Organischer Staub.

Wir erwähnen zuerst den beim Reinigen von Lumpen, welche zu Papier oder sonstwie verarbeitet werden sollen, entstehenden Lumpenstaub, den Teppichstaub beim Reinigen von Teppichen, den Haarstaub beim Reinigen von Pelzen, den Borstenstaub bei der Bürstenfabrikation, den Rosshaarstaub bei den Rosshaarzupfern. Bei allen diesen verschiedenartigen Dingen verdient der den Lumpen, den Teppichen, den Haaren, den Borsten, den Rosshaaren anhaftende Schmutz, der diese Staubarten hauptsächlich gefährlich macht, die grösste Beachtung. Unter dem Mikroskop sieht man daher beim Lumpenstaub neben amorphen körnigen Massen (Kohle) feinste Fäserchen, auch Federchen, vor allem aber Quarzkörperchen, Glimmerplättchen, die genau ebenso verletzend wirken wie der fast ebenso zusammengesetzte, nur noch massiger auftretende Teppichstaub. Die diesen beiden Staubarten beigemengten Lein-, Baumwoll- oder Wollfäserchen spielen eine Nebenrolle.

Auch die Kürschner und Rosshaarzupfer leiden nur von dem anorganischen Teil des Staubgemisches. Gewiss gelangen Haarpartikel in die Luft, aber diese starren, spröden, nicht leicht schwebenden Teilchen fallen bald wieder nieder, nur wenige werden inhaliert, und auch diese wenigen werden bald wieder expektoriert; fand doch Hirt[1]) bei drei Rosshaarzupfern trotz eifrigsten Suchens kein Haarfragment, aber bei allen dreien die gleich näher zu erwähnende Chalicosis. Bei Sattlern und Tapezierern handelt es sich vielfach um ganz genau dieselbe Sache. Auch bei Hasenhaarschneidern sind es viel weniger die Hasenhaarspitzen als der mineralische Staub und der beim Enthaarungsprocess der Felle leider entstehende Quecksilberstaub, welche den Betrieb zu einem ungesunden machen und von dem unten mehr die Rede sein wird.

Schlimm an sich kann der Fischbeinstaub wirken, welcher aus sehr feinen, dünnsten, an den Rändern sägeartig ausgefaserten, fast gezahnten, zum Teil mit spitzigen Haken versehenen, sehr leicht auffliegenden Plättchen besteht[2]) und daher, wenn ein-

[1]) a. a. O. S. 229.

[2]) Die gewerblichen Staubarten in Wort und Bild S. 6.

geatmet, festsitzt und nur schwer expektoriert wird. Ganz ähnlich wirkt auf die Federschmücker der Federstaub, welcher nach Hirt[1]) aus Häufchen dünner mit seitlichen, kurzen, hakenförmigen Zweigen versehenen Ästchen, den kleinsten Teilchen von Flaumfedern, besteht. Der Staub wirkt intensiv auf die Schleimhaut der Atemwege. Hirt fand bei einem solchen an Lungenleiden verstorbenen Federarbeiter die kleinen Luftröhrenzweige teilweise wie mit Flaumfedern ausgelegt, also fast verstopft, so dass die Funktion der Schleimhaut in jenen Teilchen aufgehoben war; auch sind immer im Auswurfe der Federarbeiter diese Miniaturfederchen nachweisbar.

Der Schildpattstaub oder Schildkrotstaub, welcher beim Polieren der Schildkrötenschalen, die zu Taschenmesserschalen, für Zigarrentaschen, Portemonnaies etc. gebraucht werden, ist an sich nicht schlimm, kann aber durch die Poliermittel, mit denen das Schildkrot glatt und glänzend gemacht wird, gefährlich werden.

Bei allen bisher genannten Staubarten treten bei längerer Einwirkung chronische hartnäckige Bronchialkatarrhe mit allen ihren Folgen (Emphysem, Atemnot) auf, sobald nicht für gehörige Staubabsaugung am Orte der Entstehung des Staubes Sorge getragen ist. Aber ebenso entstehen durch die grösste Mehrzahl dieser Staubarten — eigentlich ist nur die letztere auszunehmen — Augenbindehautentzündungen, welche wie die Bronchialkatarrhe, wenn einmal entstanden, nur nach Aufgabe der betreffenden Arbeit geheilt werden können, wobei aber immer noch die Gefahr besteht, dass nach Wiederaufnahme der Arbeit das Leiden sofort wieder erscheint, wenn nicht etwa inzwischen in dem Betriebe notwendige sanitäre Maassregeln zur Staubunterdrückung durchgeführt worden sind.

2. Anorganischer Staub

wird teils in geschlossenen Räumen, teils aber auch im Freien (bei der Kalkbrennerei, bei den Kalksteinbrechern, Steinbrechern z. B.) erzeugt und ist in letzterem Falle nur dann unschädlich, wenn er so schwer ist, dass er sofort zu Boden fällt.

Die verschiedenen anorganischen Staubarten sind hinsichtlich des Grades ihrer Gefährlichkeit für den Menschen in bestimmte grosse Gruppen zu teilen. Am schlimmsten und gefährlichsten sind die, welche bei der Be- oder Verarbeitung von Material entstehen, welches der grossen Klasse der Siliciolithe,[2]) d. h. der kieselstoffhaltigen Minerale, angehört. Die Staubarten aller Substanzen, welche Kieselsäure oder kieselsaure Salze enthalten, wirken eminent gefährlich, weil die Kieselsäure diesen Substanzen eine solche Härte verleiht, dass die aus ihnen hervorgehenden eckigen, scharfen und spitzkantigen Staubteilchen auf ein so zartes Gewebe, wie es das der Schleimhaut der Atmungswege ist, im höchsten Grade verletzend einwirken müssen. Unter dem Mikroskop zeigen alle diese Staub-

[1]) a. a. O. S. 236.

[2]) Silicium Kieselstoff, λίθος Stein.

arten neben amorphen Klümpchen scharfkantige Blättchen, spitzige harte Splitterchen, scharfeckige Bröckchen und dergl. mehr. Eulenberg sagt:[1]) „Die Gegenwart von Silikaten im Staube verleiht dem letzteren von vornherein einen gefährlichen Charakter", und wir fügen hinzu, dass auch das Element, welches den Strassenstaub für uns gefährlich macht, in der Hauptsache wiederum der anorganische kieselsäurehaltige Staub ist. Das dauernde Einatmen eines Silikate enthaltenden Staubes erzeugt die krankhafte Veränderung der Lunge, welche wir als Kiesellunge, als Chalicosis pulmonum bezeichnen. Kieselstaub liefern:

1) Die Metallkiesel, wie Kupfergrün (Malachitkiesel), Kupferblau (beide mit etwa 35 % Kieselsäure und 45 % Kupferoxyd), Zinkkiesel oder Galmei; es ist aber der hierbei in Betracht kommende Staub nicht bedenklich, sobald die Erze nass verarbeitet werden. Zweifellos ist es aber wohl, dass die grosse Krankheits- und Sterblichkeitsziffer der Arbeiter in Galmeigruben von der Schädlichkeit des dort einzuatmenden Staubes abhängt. Besteht doch der Zinkkiesel oder Galmei, der nächst dem Zinkspat (Zinkkarbonat, bestehend aus 64,5 % Zinkoxyd und 35,5 % Kohlensäure) am wichtigsten für die Zinkgewinnung ist, aus 25,5 % Kieselsäure, 67 % Zinkoxyd und 7,5 % Wasser. Nach der schon mehrfach zitierten zehnjährigen Sterblichkeitstabelle von Ogle haben die Arbeiter in den Zinnbergwerken Englands (Cornwallis) die höchste Sterblichkeit von den 100 dort zusammengestellten Berufen. Während die mittlere Sterblichkeit der männlichen Bevölkerung für die Altersgrenze vom 25. bis 45. Jahr 10,16 pro mille und für die Periode vom 45. bis 65. Jahr 25,27 pro mille betrug, steigen diese Zahlen für die erwähnten Arbeiter auf 14,77 und 53,69 vom Tausend. Einen Grund hierfür vermag ich nicht anzugeben.

2) Die Siliciumoxyde, Verbindungen des Siliciums mit Sauerstoff. Hierher gehört zunächst der Sandstein, insofern derselbe aus Quarzstückchen besteht, welche durch ein thoniges oder kalkiges oder mergeliges Bindemittel zusammengehalten werden, wobei aber Glimmerplättchen, Feldspat, Eisenoxyd und noch andere Mineralien sich an der Bildung des Sandsteins beteiligen. Der Sandsteinstaub ist mithin, da Quarz 48,05 % Kieselsäure neben 51,95 % Sauerstoff enthält, eine der gefährlichsten Staubarten, dessen schädlicher Einwirkung alle diejenigen ausgesetzt sind, welche infolge ihrer Profession mit diesem Staube vielfach oder dauernd in Berührung kommen. Hierher gehören die Steinhauer, die Steinmetzen, die Steinbrecher, die Steinklopfer, insbesondere z. B. die, welche die Mühlsteine aus dem dazu besonders geeigneten harten Sandstein (Trier, La Ferté sous Jouarre etc.) herstellen, aber auch die Müller, welche den stumpf gewordenen Stein wieder schärfen, d. h. mit Hammer und Meissel wieder Rillen hineinhauen müssen. Man hat hierfür übrigens bereits Schärfmaschinen, welche mit Diamanten arbeiten, eingeführt. Ebenso kieselsäurereich wie der Quarz selbst sind auch seine krystallisierten Formen, wie Bergkrystall, Amethyst (Goldtopas), Katzenauge, ferner die derben Quarze: Hornstein, Chalcedon mit seinen Arten (Jaspis, Onyx, Chrysopras), der Achat,[2]) der Feuerstein oder Flint. Letzterer wird u. a. bei Herstellung des englischen Steingutes und des Flintglases gebraucht. Zu den Siliciumoxyden, und zwar zu den amorphen, gehört auch der Opal, der ebenso wie seine

[1]) Gewerbehygiene S. 887.

[2]) Nach dem Flusse Achates in Sicilien, wo er zuerst gefunden, so benannt (Plinius 37. 54).

Abarten, zu denen der Kieselguhr (oder Bergmehl, Diatomeenpanzer) zu rechnen ist, als erstarrte Kieselsäure anzusehen ist.

Alle Arbeiter, welche mit dem erwähnten Material arbeiten, also die oben bereits erwähnten, die Achatschleifer etc., sind der Einatmung des gefährlichen, die Lungenschleimhaut direkt verletzenden Staubes ausgesetzt, wenn nicht Vorkehrungen zum Niederschlagen oder Absaugen des Staubes getroffen werden. Selbstverständlich kommt es auch auf die Masse an, welche bearbeitet wird. Der Arbeiter, welcher die Halbedelsteine bearbeitet, kann es mit einem ebenso gefährlichen Staube zu thun haben wie der Arbeiter vor Ort, aber der erstere bewegt kleinere Massen, die, aus ihrem Zusammenhange bereits gelöst, nur noch in kleinen Stücken der Bearbeitung unterworfen werden. Der eine also, der das Material gewinnt, muss den Staub in sehr grossen Mengen dabei entwickeln, der, welcher das Material verarbeitet, hat mit demselben Staub, aber nur in kleinster Menge zu thun.

Dennoch sollen die Edelsteinschleifer nicht günstig hinsichtlich ihrer Morbidität und Mortalität stehen. Wir vermuten aber, dass neuere Statistiken dies nicht bestätigen werden, da, wenn sonst die Verhältnisse der Edelsteinschleifer gute sind, die aus ihrer Arbeit erwachsenden Schädlichkeiten sich sicher leicht beseitigen lassen.

Diese Zeilen waren bereits geschrieben, als mir der Aufsatz von Noll, Die hygienischen Verhältnisse der Hanauer Diamantschleifer,[1]) zuging, welcher die eben aufgestellte Behauptung in treffendster Weise illustriert. Hirt[2]) schildert die Verhältnisse der Diamantarbeiter in der Coster'schen Fabrik in Amsterdam 1870. Daselbst waren die Arbeiter fast alle krank, anämisch, 33% zeigten Spuren von Bleivergiftung, die dadurch zu stande kam, dass die Leute kleine Diamanten, um sie zu schleifen, auf Kupferstäbe, die sie in einem Holzkohlenfeuer glühten, mittels eines Lots aus 4 Teilen Blei und 1 Teil Zinn auftrugen. Dieses Feuer erhielten sie durch Anblasen am Brennen, wobei, was man nicht vergessen darf, Kohlenoxyd eingeatmet wurde. Neun Prozent der Arbeiter hatten ausgesprochene Lungenschwindsucht. Noll untersuchte nun die Arbeiter der Diamantschleiferei von Houy in Hanau, welche 1891 bis 180, jetzt noch 60 Arbeiter beschäftigt, die 2 bis 17 Jahre dort arbeiten. In 17 Jahren starb dort nur ein Arbeiter an Lungenschwindsucht, keiner der jetzt dort arbeitenden Leute ist der Schwindsucht verdächtig, keine Bleivergiftung kommt vor. Es wird das dadurch erzielt, dass, abgesehen von gesunden, luftigen Fabrikräumen, die Auflötung der zu schleifenden Diamanten mittels Bunsenbrenners möglichst weit ab vom Arbeiter geschieht und dass keine Sandsteinschleifsteine, sondern nur solche von gekörntem Gusseisen vorhanden sind, so dass, bei 2600 Umdrehungen in der Minute die Diamantsplitterchen, wie Versuche bewiesen haben, fast immer vollkommen zu Kohlenstäubchen verbrennen.

Man sieht aus diesem Unterschied, dass mit der nötigen Energie sich Maassregeln durchführen lassen, welche eine gesunde Bevölkerung auch bei solcher Beschäftigung gesund erhalten kann. Die Hanauer Diamantschleifer sollen geradezu durch ihr gesundes Aussehen sich vor Arbeitern anderer Industriezweige auszeichnen.

Auch die Leute, welche die zum Schleifen nötigen Schleifsteine schärfen, müssen Sandsteinstaub einatmen.

3) Die Leichtmetall-Silikate, also Silikate, in denen Alkalien, alkalische

[1]) Zeitschrift der Zentralstelle f. Arb.-Wohlf.-Einrichtungen 1894, Nr. 6.

[2]) a. a. O. S. 104.

Erden und eigentliche Erden die vorherrschenden Basen sind. Zu diesen, und zwar zur Unterabteilung der reinen Silikate gehören der kieselsäurereiche (Orthoklas, Oligoklas) und der kieselsäureärmere Feldspat, der Topas, Beryll, Smaragd, Granat, Turmalin, ferner Asbest (oder Amiant, auch Byssolith),[1]) dann der Glimmer, der als Kali-, Natron-, Lithion- und Magnesiaglimmer auftritt, einen Gehalt von annähernd 50% Kieselsäure[2]) hat, der Chlorit (im Chloritschiefer), 26% Kieselsäure, 26% Thonerde, 28% Eisenoxydul, Magnesia, Wasser u. s. w. enthaltend. Weiter gehört hierher der zu Schminken und auch als Schmiermittel für Zapfen verwendete Talk oder Steatit (62,61% Kieselsäure, 32,51% Magnesia, 4,88% Wasser), der zu Schmelztiegeln, Wasserröhren, Ofenplatten, Lampen, Leuchtern, Töpfen verarbeitete Speckstein (62,60% Kieselsäure, 32,52% Magnesia, 4,88% Wasser), der Serpentin (44,14% Kieselsäure, 42,97% Magnesia, 22,89% Wasser), der Seifenstein und der Meerschaum[3]) (letzterer 61,6% Kieselsäure, 26,5% Magnesia, 11,9% Wasser) enthaltend. Endlich gehört in diese grosse Gruppe die Porzellanerde, Kaolin (47% Kieselsäure, 39,2% Thonerde und 13,7% Wasser) mit ihren Abarten, dem Thon (Walker-, Töpfer-, Pfeifenthon) Lehm und Mergel.

Aus der chemischen Zusammensetzung sehen wir, dass alle aufgeführten Körper recht bedeutende Mengen von Kieselsäure enthalten und dass der von ihnen ausgehende Staub immer gefährlich sein muss, wenn er in gewissen Mengen eingeatmet wird. Hat man z. B. bisher gesagt, dass Meerschaumstaub ziemlich unschuldig ist, so wird man diese Ansicht aufgeben und nur zugeben können, dass Meerschaum in so kleinen Stücken zur Bearbeitung gelangt, dass eine zur intensiv schädlichen Einwirkung genügende Staubmenge von diesen Stücken nicht mehr ausgehen kann.

Neben dem reinen Staube eines der genannten Körper begegnen wir aber meist einer Mischung des Staubes verschiedener Substanzen, weshalb wir dieselben auch vorweg abgehandelt haben. Das grösste Gemisch stellt der „Detritus“[4]) der Gebirge, der Sand dar, der aus eckigen und runden (Fluss-, Triebsand) Quarz-, Thon-, Kalk-, Glimmer-, Feuerstein-, Feldspatkörnchen oder -Blättchen mit anderen Beimengungen (Eisenoxyd, organischen Teilchen etc.) besteht und, mit vielen Kohlenstäubchen versetzt, u. a. als Formsand Verwendung findet.

Granit besteht aus Quarz, Feldspat, Glimmer, also atmen die Arbeiter, welche Treppenstufen, Trottoirplatten, Steinpfeiler etc. meisseln, wieder denselben gefährlich ver-

[1]) *Βύσσος* Baumwolle, *λίθος* Stein, ein Stein, der sich wie Baumwolle zerfasert.

[2]) Enthält %

	Kieselsäure	Thonerde	Wasser	und
Kaliglimmer	48,07	38,41	3,42	10,10 Kali
Natronglimmer	47,60	37,70	6,70	8,00 Natron
Lithionglimmer	40—52	14—34	—	2—5 Lithion und Eisenoxyd, Kali, Manganoxydul u. s. w.
Magnesiaglimmer	40	—	—	—

[3]) Künstlichen Meerschaum stellt man aus Zinkweiss, gebrannter Magnesia und aus Caseïn-Ammoniak dar (Eulenberg).

[4]) Deterere abreiben, detritus das Abreiben, auch das Abgeriebene.

letzenden Staub ein. Basalt, der zu Pflastersteinen etc. gebrochen und verarbeitet wird, besteht aus den beiden kieselsäurehaltigen (also Siliciolithen) Augit und Labrador und dem Magneteisenerz, der Schiefer erscheint als Thon-, Glimmer- etc. Schiefer, kurz auch die Schieferarbeiter atmen den scharfkantigen, spitzsplittrigen Staub ein. Bei der Zementfabrikation entwickeln sich beim Mahlen die bereits aufgeschlossene Kieselsäure enthaltenden und darum als natürliche Zemente bezeichneten Substanzen wie Trass, Puzzolane, Santorinerde, ein stark kieselsäurehaltiger Staub, dessen Gefährlichkeit der der bisher erwähnten Staubarten in nichts nachsteht.

Eine ganz ausserordentlich eindrucksvolle Probe über die Gefährlichkeit des Steinstaubes machte man wider Willen beim Erbauen des Mont-Cenis-Tunnels. Auf der westlichen Seite (Bardouche) war nasser, also keinen Staub gebender Fels zu bearbeiten, auf der entgegengesetzten Seite (Modane) musste man in trockenen Sandstein vordringen. Man beobachtete nun, dass die die Bohrmaschine bei Bardouche bedienenden Arbeiter meist gesund blieben, während die Mehrzahl der der Mondaneseite an Lungenleiden zu Grunde gingen (Popper).

Ausserordentlich haben die Porzellanarbeiter[1]) von der Einatmung des harten Kieselstaubes zu leiden. Zuerst wird bei der Porzellanfabrikation Kaolin, Feldspat und Quarz zerkleinert, um die Porzellanmasse zu gewinnen, was niemals auf trockenem Wege geschehen sollte, zumal da das nachfolgende Zermahlen immer schon mit Wasser gemacht wird. Am schlimmsten sind die Glasierer daran, welche die schwach gebrannten Porzellansachen in eine kalkmilchähnliche, aus gepulverten Silikaten und gepulverten Porzellanscherben mit Wasser bestehende Glasurbrühe tauchen. Nach dem Antrocknen der Glasur und noch vor dem zweiten Brennen muss der Glasierer (retoucheur) die Unebenheiten der Glasur und vom Boden des Gefässes, der keine Glasur bekommt, überhaupt die Glasur mit einem Pinsel beseitigen. Hierbei entsteht ein ganz ausserordentlich reizender Staub, der direkt das Lungengewebe verletzt, Blutungen hervorruft und zu Entzündung des Lungengewebes Anlass geben kann. Wird daher diese Arbeit, wie fast immer, von Mädchen besorgt, sind diese ferner zur Tuberkulose disponiert, haben sie den Keim der Tuberkulose schon in sich, so wird natürlich die Entwickelung der letzteren auf das äusserste beschleunigt werden. Man kann sich daher denken, wie leicht bei der früheren Auffassung der Tuberkulose die Ansicht entstehen konnte und musste, dass diese Arbeit die Tuberkulose erzeugte. In Frankreich sucht man jetzt diese Gefahr dadurch einzuschränken, dass die Glasierer ihre Arbeit ausführen, ehe der Glasurüberzug vollständig trocken geworden ist.

Auch bei der Herstellung der Kapseln, in welchen das eigentliche Brennen des geformten Porzellans vor sich geht, kann nach Eulenberg sich ein sehr lästiger Staub entwickeln, da diese Kassetten oder Kapseln aus feuerfestem Thon und zerkleinerten Kapselscherben bereitet werden.

Die Fayence[2]) wird aus feuerfestem Thon unter Zusatz von gemahlenem Quarz, Kaolin, Feldspat hergestellt, so dass auch hier derselbe Silikate enthaltende Staub auftritt wie bei der Porzellanfabrikation. Auch in der Töpferei, wie überhaupt in der

[1]) Raymondaud, Les Maladies des porcelainiers; Hygiène et prophylaxie. Annales d'hygiène Octobre 1891. — Paté, La phtisie des faienciers. Annales d'hygiène Mai 1892. — Duchesne, Des Porcelainiers. Revue d'hygiène Mai 1890. — Sommerfeld, Die Berufskrankheiten der Porzellanarbeiter. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspflege XXV, Heft 2.

[2]) Von der italienischen Stadt Faënza, wo dieses Geschirr besonders gut verfertigt wurde.

ganzen Fiktilindustrie,[1]) finden wir denselben krankmachenden Staub (potter's phthisis) wieder, indem die dem Thon zuzusetzenden Magerungs- und Flussmittel, also Quarz, Sand, Feuerstein, Chamotte (gebrannter Thon), Steingutscherben, Feldspat und Feldspatgesteine (Pegmatit) erst zerkleinert und dann fein gemahlen werden müssen. Ersteres sollte nie mehr auf Poch- oder Hammerwerken, sondern nur noch mittels Maulbrechern oder noch besser mittels der Kugel- oder staubdichten Schleudermühlen besorgt werden. Für das Feinmahlen ist überall die Nassmüllerei eingeführt.

Sind die Thon-, Steingut- und Porzellangefässe fertig gebrannt, so werden die Unebenheiten, die besonders an den unteren Rändern sitzen, abgeschliffen, und zwar häufig noch trocken, wobei natürlich ein feiner kieselsäurehaltiger Staub auftritt, der, wie Eulenberg sagt, überall, in welcher Form er auch auftritt, seine bestimmten Opfer fordert. Man sollte daher auch hier durchweg die Nassschleiferei einführen.

Abermals beziehen wir uns hier auf Ogle's Sterbetafel, in welcher die Porzellanfabrikation und Töpferei zusammengefasst sind. Wir sehen diese Arbeiter unter den 100 Berufen der Ogle'schen Tabelle an zweithöchster Stelle stehen, so dass ihre Sterblichkeit in England also nur noch durch die der Zinngrubenarbeiter übertroffen wurde. Die Sterlichkeit der Töpferei- und Porzellanarbeiter betrug für das 25. bis 45. Jahr 13,70 (Mittel: 10,16), für das 45. bis 65. Jahr 51,39 (Mittel: 25,27) pro mille. Dass hierzu ausser dem Staub auch noch das Blei beiträgt, werden wir weiter unten sehen.

Weiterhin finden wir den Silikate führenden Staub in den Glashütten, in denen Quarz, Feldspat, Feuerstein, kohlensaures Natron, Kalk, Pottasche, für leicht schmelzbares Glas Borsäure, Zink-, Bleioxyd etc. zerstampft werden. In den Stampfwerken entsteht ein massenhafter Staub, der, falls nicht Abdichtungs- oder Absaugungsvorrichtungen vorhanden sind, in kürzester Frist die Lunge angreifen muss und Augenentzündungen hervorruft. Sowie man diesen Staub nur wenige Minuten eingeatmet hat, verspürt man einen fade-erdigen Geschmack auf der Zunge. Man liess deshalb die Arbeiter sich abwechseln und sie nur einige Wochen hintereinander mit längeren Zwischenräumen in den Stampfwerken arbeiten. Man sollte eine zweiwöchentliche Ablösung mit vierwöchigem Intervall einführen, wenn es nicht gelingt, das Stampfen staubdicht auszuführen.

Die Glasschleifer schleifen nass, leiden also weniger vom Staub. Dass 80% aller Glasstampfer an Katarrhen der Atmungsorgane litten, ist nach dem Gesagten begreiflich, ebenso dass auch hier wieder die Tuberkulose als direkte Folge der Staubeinwirkung angesehen wurde, weil gerade bezüglich der Glashüttenarbeiter jene Momente zusammentreffen, welche wir oben Seite 62 von 1 bis 3 des Näheren auseinandergesetzt haben.

Endlich wären hier noch die Schieferbrucharbeiter zu erwähnen und mit ihnen die Schieferarbeiter, d. h. die, welche den gebrochenen Schiefer zu Tafeln, Griffeln etc. verarbeiten. Der Schiefer ensteht aus der zu den Siliciolithen gehörigen Gruppe der Phyllite,[2]) welche sich leicht in Blätter spalten lassen. Je nachdem nun dieses oder jenes Mineral vorwiegt, sprechen wir von Thonschiefer, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Graphitschiefer etc., immer aber haben wir ein sehr kieselsäurehaltiges Gemenge vor uns, dessen Staub bei der Gewinnung und Bearbeitung wiederum der von uns so viel schon besprochene, aus harten, scharfkantigen, spitzigen, eckigen Teilchen bestehende ist.

[1]) Lat. fictile (nämlich vas) das thönerne Gefäss, von fingo ich bilde, forme (in Wachs, Thon).

[2]) Von φύλλος Blatt.

Auch hier kommt das Forterben des Berufs auf Vater und Sohn als belastendes Moment hinzu. Zweifellos sind die im Schieferbruch Arbeitenden besser daran als die den Schiefer Bearbeitenden, zumal wenn die Brüche, wie dies häufig der Fall, zu Tage liegen. Dass die Staubeinatmung auch in diesem Falle die Krankheitsursache ist, beweist das regelmässige Vorkommen der Schiefersplitterchen im Auswurf, das Auftreten der Krankheit bald nach Beginn der Arbeit und das Verschwinden oder doch die Milderung der Krankheit mit Aufgabe der letzteren.

Was ist denn nun das Wesen der „Steinbrecherkrankheit", welche nach Hirt aus vernachlässigten Katarrhen — richtiger ist zu sagen aus immer neu wieder angefachten Katarrhen — sich entwickeln soll und welche man so lange mit der Lungenschwindsucht verwechselt hat?

Auf diese Frage gab Meinel[1]) zuerst Auskunft, der in den Lungen von 19 erkrankten und ihrer Krankheit erlegenen Steinmetzen hellgraue bis schwärzliche und schwarze, bald eckige, bald flachrundliche, bald vereinzelte, bald gruppenweise, bis erbsengrosse Knötchen nachwies, welche im Innern einen hellen Kern hatten, in dem man unter dem Mikroskop eine Ansammlung von Kieselsäurekrystallen erkannte. Zuweilen fanden sich grössere Knötchen mit Höhlen darin. Dass gleichzeitig mit diesem Auftreten der Knötchen der Kieselsäuregehalt der Lunge erheblich zunahm, war oben schon gesagt (s. S. 56). Es kommt dabei auch zu grösseren bald zackigen, bald rauhen steinharten Konkrementen in der Lunge, den sogenannten Lungensteinen oder Pneumolithen. So sollen die Arbeiter, welche bei der Kalzination des Kieselguhrs zur Gewinnung der Kieselsäure den Kieselstaub einatmen, oft runde in eitrigen Schleim gehüllte, steinharte Konkremente auswerfen, weshalb man in Böhmen dies Leiden als „Erbsenkrankheit" bezeichnet (Eulenberg).

Die Chalicosis pulmonum, die Kiesellunge, stellt also eine infolge chronischer Entzündung des Lungengewebes sich langsam und progressiv entwickelnde Sklerose des Lungengewebes vor mit zum Teil käsigen Veränderungen und mineralischen Ablagerungen. Wohl hat man auch eine Aluminosis pulmonum, eine Thonerdelunge, konstruieren wollen, aber es zeigte sich, dass es immer die der Thonerde beigemengte Kieselsäure ist, welche den Staub gefährlich machte. Diese chronische Lungenkrankheit kann heilen, wenn der Erkrankte dem krankmachenden Einflusse entzogen wird, d. h. die Arbeit aufgiebt, und wenn er von Hause aus gesund war. Umgekehrt wird die Krankheit zur Lungentuberkulose werden, wenn der Kranke zur Zeit der Entwickelung des Leidens, während welcher Teile der Lungenschleimhaut entzündet und ihres Epithels beraubt sind, mit Schwindsüchtigen zusammenkommt, wenn

[1]) Meinel, Über die Erkrankung der Lungen durch Kieselstaubinhalation. Erlangen 1869.

er Tuberkelbazillen einatmet. Dann wird das Krankheitsbild ein sehr kompliziertes, doch werden bald die Anzeichen der Tuberkulose die Oberhand gewinnen, und unter den Zeichen dieser geht der Kranke zu Grunde.

Zu Anfang tritt nur ein quälender Husten auf, der sich bald mit stechenden Schmerzen in Kehlkopf und Lungen verbindet. Es fehlen bei der reinen Chalicosis Abmagerung, Nachtschweisse, aber sehr bald tritt über den Lungenspitzen eine relative Dämpfung auf, und man hört rauhes Einatmungsgeräusch begleitet von trockenem vereinzelten Rasseln.[1]) Oft trifft man dieselben Erscheinungen auch an der Lungenbasis und überhaupt an anderen Teilen der Lunge. Schreitet der Prozess fort, läuft die Entzündung in Sklerosierung einzelner Teile aus, so muss es zu vikariierendem Emphysem und zur Dyspnoe kommen. Ziehen sich in diesem Stadium die Leute von der Arbeit zurück, so verschlimmert sich der Zustand nicht weiter. Bei einigen Arbeitern kommt es auch nach Paté zu sich schubweise wiederholenden akuten umschriebenen Lungenentzündungen, die aber nicht kritisch, sondern allmählich ablaufen. Da an diesen Stellen das Gewebe induriert, wenigstens teilweise, so bleibt dort eine relative Dämpfung bestehen. Diese Attaken ziehen sich Jahre lang hin, bis schliesslich der Mann einem letzten Anfall oder dem Lungenödem erliegt.

Paté teilt auch eine interessante Statistik mit. In einer Fayence-Fabrik zu Montereau waren beschäftigt

Im Jahre	Arbeiter	Davon waren der Staubeinatmung ausgesetzt	Es starben von allen Arbeitern	Darunter waren von den Staubarbeitern
1889	267	112	10	9
1890	269	112	11	9
1891	270	112	13	8

Es ist dies ein kolossales Missverhältnis, vorausgesetzt, dass die Zusammensetzung der Arbeitergruppen, d. h. der Staubarbeiter und der Nichtstaubarbeiter, dem Alter nach ungefähr die gleiche gewesen ist.

Für die Behauptung Paté's, dass die infolge der Kieselstaubeinatmung eintretende Sklerose der Lungen die Lungentuberkulose dadurch heilen könne, dass das sklerotische Gewebe das tuberkulös erkrankte umhülle und so gewissermaassen die Tuberkulose an der Weiterverbreitung hindere und sie ersticke, müssen doch wohl erst noch weitere Beweise durch klinische Beobachtung und Obduktionen erbracht werden.

Bei Zementarbeitern, und zwar bei etwa 7 bis 10% derselben, nämlich bei 20 von 2 bis 300 Arbeitern, fand Betz-Mainz immer im oberen

[1]) Paté a. a. O.

Nasengange, der mittleren Muschel aufsitzend, harte Konkremente, Rhinolithen, Nasensteine; er hält daher die Rhinolithiasis für eine Gewerbekrankheit der Zementarbeiter.[1]) Grünwald-München erklärt diese Lokalisation der Nasensteine dadurch, dass der Luftstrom seinen Weg durch den oberen Nasengang nehme und somit ganz natürlich die Steine sich dort bildeten. Jedenfalls ist diese Rhinolithiasis ein Beweis für unsere oben ausgesprochene Behauptung (S. 39), dass bei dem Durchgang der Luft durch die Nase die erstere geradezu filtriert wird.

Nächst den Siliciolithen liefert uns ebenfalls in ausgedehnter Weise durch einige ihrer Repräsentanten Steinstaub in den verschiedensten Betrieben die Klasse der Halite,[2]) welche an sich als kieselsäurelose Verbindungen der Alkalien, alkalischen Erden und eigentlichen Erden teils mit Sauerstoffsäuren teils mit Chlor, Jod oder Fluor anzusehen sind. Es gehören zu ihrer ersten Gruppe die Sulfate wie Aluminit, Alumit oder Alaunstein, Gips und Baryt oder Schwerspat. In der Gruppe der Carbonate haben wir den Witherit, Strontianit, Calcit oder Kalkspat, Dolomit, Magnesit, in der der Chloride das Kochsalz etc.

Die von diesen Substanzen ausgehenden Staubarten stehen dem kieselsäurehaltigen Staube an Gefährlichkeit lange nicht gleich, und da, wo dies mehr oder weniger der Fall ist, liegt es wiederum daran, dass die betreffenden Substanzen mit kieselstoffhaltigen Mineralen vermengt sind. Der Staub in der Alaunindustrie ist für die Arbeiter belanglos. Gipsstaub entsteht beim Pulverisieren des Gipses, weiterhin bei der Herstellung des Gipsmarmor, zumal beim Abschleifen desselben, jedoch käme hier nur das Massenhafte des an sich inoffensiven Staubes in Betracht, vorausgesetzt, dass der Gips nicht schädliche Zusätze, wie z. B. Mennige zum Färben erhalten hatte.

Schwerspat oder schwefelsaurer Baryt wird dem Bleiweiss und dem Mehle, beidemale zu Verfälschungszwecken, zugesetzt, auch wird künstlicher schwefelsaurer Baryt als Permanentweiss oder Blanc fixe verwendet. In neuester Zeit wird bezweifelt, dass dieser unlösliche schwefelsaure Baryt ungiftig sei. Kobert[3]) deutet darauf hin, dass der beim Einatmen verschluckte schwefelsaure Baryt durch Reduktionsprozesse im Darm in lösliche Verbindungen umgesetzt werden könne. Es erscheint dies kaum denkbar, da doch die unorganischen Verbindungen, wie schwefelsaurer Baryt, ausserordentlich beständig sind. Jedenfalls muss man, gestützt auf die Autorität Kobert's, sein Augenmerk darauf richten, da das Permanentweiss (nicht Pergamentweiss, wie es bei Kobert heisst) viel gebraucht wird und u. a. auch ein beliebtes Putzmaterial bei unseren Truppen ist. Man braucht den Schwerspat auch für Streusand. Jedenfalls muss die Staubentwickelung beim Mahlen des Schwerspats verhindert werden.

In der Gruppe der Karbonate begegnen wir dem kohlensauren Baryt, dem Witherit, der nicht nur als Ratten- und Mäusegift Verwendung findet, sondern auch gebraucht wird, um die übrigen Baryumsalze darzustellen, indem man durch Einwirkung von Salzsäure auf den Witherit Chlorbaryum bildet, letzteres durch Schwefelsäure zersetzt und somit den künstlichen Schwerspat, das Permanentweiss, gewinnt. Muss

[1]) Naturforscherversammlung in Nürnberg, 1893.

[2]) Wohl von ἅλς Salz abgeleitet, also salzartige Gesteine, Salzsteine.

[3]) Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen. Stuttgart 1893.

hierzu der Witherit zermahlen werden, so ist selbstverständlich jede Staubentwickelung zu vermeiden.

Der Kalkstein oder Calcit begegnet uns ausser als Kalkstein als Marmor, Kreide, Kalkspat u. s. w. Der Kalkstaub an sich ist, sobald wir es mit dem gelöschten Kalk zu thun haben, für die Lungen nicht gefährlich. Eulenberg behauptet, dass er, weil in Wasser löslich, sich im Lungengewebe nicht ablagern werde; wohl aber könne sich, wenn beim Pulverisieren und Sieben des Kalkes der sehr feine Staub in Mund und Rachen gelange, eine schmerzhafte Angina faucium ausbilden, welche durch Übergreifen auf die Eustachische Ohrtrompete eine vorübergehende Taubheit veranlassen kann. Wir haben derartige Fälle zwar noch nicht gesehen, halten sie aber für möglich.

Beim Ausziehen des gebrannten Kalkes aus den Brennöfen kann der sehr feine Kalkstaub den Arbeitern sehr lästig fallen, jedoch können sie sich infolge der Arbeit im Freien verhältnismässig leicht schützen, ebenso wie gegen Verbrennungen durch den glühenden Staub.

In Zuckerfabriken beim Elutionsverfahren entsteht beim Löschen des gebrannten Kalkes eine grosse Menge Staub, der nicht gleichgiltig für die Atmung sein kann; dasselbe hat statt beim Sieben und Mengen des Kalkes.

Marmor ist krystallinischer kohlensaurer Kalk und würde an sich keinen inoffensiven Staub liefern, wenn er nicht sehr viel fremde, und zwar kieselsaure Salze enthaltende Beimengungen enthielte, wie z. B. Glimmer, Talk, Hornblende, Quarz etc. Dadurch ist der Marmorstaub dem der Siliciolithe an die Seite zu stellen. Wie durchdringend dieser Staub ist, beweist ein Versuch, den wir Hirt nacherzählen: Man hängte in Bildhauerwerkstätten zugebundene Ochsenblasen auf und fand nach einigen Wochen in ihnen eine Handvoll feinsten Marmorstaubes. Es lohnte sich, den Versuch einmal zu wiederholen.

Noch eines Kalkstaubes haben wir Erwähnung zu thun, das ist der bei der Bearbeitung der Perlmuttermuscheln entstehende Perlmutterkalkstaub. Der Staub der Perlmuttermuscheln besteht[1]) aus 93,57% kohlensaurem Kalk und 5,55% Conchiolin. Letzteres ist eine organische, in Wasser, Alkohol, Äther, Essigsäure und Kalilauge unlösliche Substanz. Es fand nun Englisch (1870) und nach ihm Gussenbauer bei einer grösseren Anzahl von Perlmutterdrechslern in Wien, aber nur bei jugendlichen, eine multiple, sehr schmerzhafte Entzündung der Diaphysenenden der grossen Röhrenknochen, welche mit Schwellung des Periosts einherging, niemals zur Eiterung führte und höchstens mit Verdickung des Periosts heilte. Gussenbauer nahm an, dass dieses Leiden dadurch zustande komme, dass das Conchiolin, welches nach Greenhow in die Lungen gelangt und dort Einlagerungen von Hirsekorn- bis Haselnussgrösse bilden kann, von den Lungen aus in die Blutbahn gelange, in kleinen Endarterien in den Diaphysenenden stecken bleibe und dort infolge Embolie — doch auch wohl infolge der Reizung durch den Fremdkörper — eine alsbald auf das Periost übergreifende Entzündung hervorrufe. Sehr interessant sind in dieser Hinsicht Versuche von Rodet und neuerdings von Lexer-Berlin, welche durch Einführen von kleinen Mengen von Staphylococcen in die Blutbahn bei jungen Kaninchen, aber nur bei jungen, an den Diaphysenenden der grossen Röhrenknochen osteomyelitische Herde hervorriefen. Also bei den Drechslern sowohl wie bei den Versuchstieren, von denen bei den ersteren wie bei den letzteren das Knochenwachstum noch nicht abgeschlossen war, blieben die Fremdkörper eigentümlicherweise an den Stellen des Knochens

[1]) Eulenberg, Gewerbehygiene S. 684.

— an der Epiphysenlinie — stecken, wo der Wachstumsprozess des Knochens sich mit besonderer Energie äussert. Es müssen also dort besonders günstige Verhältnisse das Steckenbleiben der Fremdkörper ermöglichen. — Englisch wollte bei Horndrechslern eine ähnliche Krankheit beobachtet haben (Popper). Dass diese Arbeiter in genügend grossen Räumen mit Vorkehrung für Staubabsaugung arbeiten müssen, ist klar, und wird heute auch meist in dieser Richtung genügende Fürsorge getroffen.

Der metallische Staub lagert sich ebenfalls in den Lungen ab. Trotz seiner Schwere gelangen die feinsten Teilchen z. B. des Eisenstaubes in die atmosphärische Luft und bleiben in dieser genügend lange suspendiert, um eingeatmet werden zu können. Finden wir doch den metallischen Staub auch auf hochliegenden Ofenrohren etc. Dennoch leiden Grobhufschmiede und Schmiede überhaupt vom Staub nicht besonders, wohl aber hat man beim Verstauben von Eisenoxyd, welches in der Stahlindustrie als Poliermittel (Englischrot, roter Smirgel, Schleifrot) gebraucht wird, Gesundheitsschädigungen durch Staubeinatmung beobachtet. Es entsteht durch die Einatmung des Eisenoxydstaubes die mit der Kohlenlunge in Parallele zu setzende Eisenlunge, die Siderosis pulmonum, bei welcher das Lungengewebe rot gefärbt ist, während grössere und kleinere Knoten, faserige und schwielige Verdickungen in den Lungen, an den betreffenden Stellen natürlich mit Verödung von Lungenzellen einhergehend, sich hier und da, besonders zahlreich in den Spitzen vorfinden, in denen man, ebenso wie auch im Lungengewebe, unter dem Mikroskop das Eisenoxyd direkt nachweist. Bisher sind nur zwei Fälle von Zenker bekannt, von denen einer mit Tuberkulose verbunden war. Eine Nachprüfung wäre auch hier nötig, da an und für sich der Eisenoxydstaub inoffensiv zu sein scheint, unter dem Mikroskop auch nur aus rundlichen Teilchen sich zusammengesetzt zeigte, also auch nur durch Massenhaftigkeit Schaden bringen kann. In dem einen Zenker'schen Falle enthielten 1000 g Lunge 14,5 g Eisenoxyd (Gorup-Besanez), somit die etwa 1500 g wiegende Lunge 21 bis 22 g Eisenoxyd.

Merker[1]) hat einen Fall veröffentlicht, in dem eine Siderosis pulmonum durch Einatmen von Eisenoxyduloxydstaub, der beim Abreiben von für Eisenbahnwagen bestimmten Eisenblechen mit Sandstein, um das Eisenoxyduloxyd davon zu entfernen, massenhaft entstand. Ein Arbeiter, der diesen Staub viel eingeatmet hatte, litt an chronischer Pneumonie, wobei er grauschwarze, eitrige Sputa auswarf, in denen mikrochemisch Eisen nachgewiesen wurde. Die Bronchialdrüsen waren vergrössert, schwarz und enthielten auch Eisen. Die Lungen waren schwarz. Während 100 g getrocknetes Blut des Körpers 0,225 Eisen enthielten, ergaben 100 g getrocknete Lunge 0,883, also viermal so viel Eisen (Hirt). In diesem Falle hatte aber jedenfalls der Sandsteinstaub erheblich mitgeschadet.

Beim Pulverisieren des Chromeisensteins, der aus Chromoxyd und Eisenoxydul besteht und zur Darstellung grünen und gelben Chromoxyds verwendet wird, entsteht ein scharfsplitteriger Staub, der auf die Dauer recht wohl die Luftwege zu reizen vermag. Auch stellt sich sehr bald nach Beginn der Arbeit ein eigenartiger Eisengeschmack ein. Von den ätzenden Wirkungen des Chromstaubes auf die Schleimhaut ist weiter unten die Rede.

Eine weitere Form der Eisenlunge, sicher aber eine gemischte, und zwar eine Kiesel-Eisenlunge, also, je nach dem Vorwiegen des einen oder des anderen Elements, eine Chalicosis siderotica, oder eine Siderosis chalicotica, findet man bei den Metallschleifern, ein Leiden, welches auch als „grinder's asthma", Schleifasthma bekannt

[1]) Eulenberg, Gewerbehygiene S. 757.

ist. Hierbei entstehen infolge der stark reizenden Einatmung des aus Metallteilchen und den Teilchen des Schleifmittels (Eisenoxyd, Smirgel, Sandstein etc.) bestehenden Staubes, des Schleifmehles, kleine, schwarze, griesartige Körperchen, die sehr hart sind, die dreifache Grösse einer Korinthe erreichen und unter dem Messer knirschen. Der Kranke führt in Schleim gehüllte bis fast bohnengrosse Konkremente aus, diese knirschen beim Einschneiden; daneben finden sich Verwachsungen zwischen Lunge und Brustfell, schwielige Verdickungen, derbe Infiltrationen der Lunge, und — wenn wir diesen von Hirt gegebenen Schilderungen weiter folgen — auch bei manchen, die unter Abmagerung, Schweissen, schwerem Husten starben, Kavernen in den Lungen. Die Bronchialdrüsen sind vergrössert und entartet. Auch hier ist wohl zu unterscheiden zwischen den schleichend chronischen Entzündungen des fort und fort gereizten Lungengewebes und der Tuberkulose, denn ohne jeden Zweifel laufen auch beim Schleiferasthma viele Fälle von echter Lungentuberkulose unter.

Metall- und Ziegelstaub streiten nach dem Gesagten über den Vorrang hinsichtlich der Gefährlichkeit. Unbedingt aber muss man den höchsten Grad von Schädlichkeit dem Gemenge beider, d. h. eben dem Schleifstaub zuerkennen, zumal wenn man sich klar macht, um welche Staubmengen es sich handelt. Ein Dutzend Rasiermesser liefert der Messerschmied zu 566 g Gewicht, von denen durch Trockenschleifen 83 g verloren gehen, während ein 18,3 cm im Durchmesser haltender Schleifstein dabei 2,6 cm von seinem Umfang einbüsst.[1])

Über die Einwirkung des Metallstaubes haben wir wenigstens einige grosse, also auch wohl sichere Zahlen. So fand Popper bei 3500 verstorbenen Handwerkern folgender Gewerke ein Durchschnittsalter von 46 Jahren, und zwar im einzelnen ein solches bei Schmieden von 41,7, bei Schlossern von 36,0, bei Buchdruckern von 32,8, bei Gürtlern, Graveuren (Bronzearbeitern) nur von 30,6 Jahren.

Nach dem Bericht der Wiener Bezirkskrankenkassen für 1890 kommen im Durchschnitt aller Gewerbe auf 100 Erkrankungen 23 Lungenerkrankungen, aber auf 100 Erkrankungen der Messerschmiede kommen 33,3 Lungenerkrankungen, auf die Gürtler 34,3, auf Graveure 34,5, auf Schmiede 35,0 Lungenerkrankungen.

In Solingen starben nach Oldendorff von der Bevölkerung überhaupt 19,6 Personen von 1000, aber 23,0 von 1000 Eisenarbeitern und 30,4 Personen von 1000 Metallschleifern. Nach Popper erreichen die Metallschleifer von Sheffield gegen ein Durchschnittsalter der Gesamtbevölkerung von 55 Jahren nur ein solches von 28 bis 32. Auch scheint das ungünstige Verhältnis in England fortzudauern, da wir aus dem Dezennal-Bericht des Registrar General Mr. Ogle von 1885 entnehmen, dass in England die Gesamtsterblichkeit für das Alter von 25 bis 45 Jahren 10,16 $^0/_{00}$, für das Alter von 45 bis 65 Jahren 25,27 $^0/_{00}$ betrug, und dass diesen Zahlen für die Messerschmiede, Nadel-, Feilenmacher u. s. w. 11,71 und 34,41 $^0/_{00}$ entsprechen. Wie gewaltig sich aber hier eine

[1]) Berghaus, Die Sterblichkeit bei verschiedenen Gewerben. Blätter für Handel und Gewerbe 1885, S. 109.

durchgreifende Fürsorge lohnt, zeigt die Thatsache, dass Metallschleifer in deutschen Fabriken mit Staubabsaugung eine durchschnittliche Lebensdauer von 50 Jahren, in den englischen ohne Staubabsaugung nur ein durchschnittliches Alter von 35 bis 40 Jahren erreichten. Aus letzterer Thatsache geht aber auch hervor, dass sich in Deutschland, wie in so vielem, auch hierin die Verhältnisse ausserordentlich gebessert haben. Denn dass bei den Schleifern gerade erst recht die von uns oben geltend gemachten Verhältnisse (vergl. S. 64) vorhanden sind und ihren Einfluss äussern, liegt auf der Hand. Daher erklärt sich auch die grosse Verschiedenheit der Angaben, nach denen an einer Stelle 69 %, anderswo nur 22,4 % der Schleifer, d. h. nicht mehr wie von der Gesamtbevölkerung, an Brustkrankheiten litten (Hirt). Diese Thatsachen sollten aber auch zur eifrigsten Beseitigung der Staubgefahr aufmuntern. Auch durch Verbesserung von Schleifmaschinen, besonders für das Schleifen von Nadeln, sind in letzter Zeit viele Verbesserungen getroffen worden.

Kupferstaub scheint, auch in Form von Salzen, mechanisch nicht besonders schädlich zu wirken; auch bei der Grünspanfabrikation beschäftigte Arbeiter spürten nur im Beginn der Arbeit Reizung der Schleimhaut der Atemwege. Reizender schon wird der Messingstaub, der beim Abfeilen der Gussnähte bei Messinggussstücken und beim Polieren dieser entsteht, desgleichen wirkt Bronzestaub schädlich reizend auf die Atmungsorgane ein, besonders in der Tapetenindustrie bei der Herstellung von Goldtapeten, wobei das Bronzepulver auf mit Leinölfirnis bestrichenes Papier aufgegeben wird. Es besteht der Staub, wie das Mikroskop zeigt, aus scharfen, eckigen Teilchen, auch verursacht derselbe chronische Nasenentzündung und oberflächliche Geschwüre der Nasenschleimhaut.[1])

Zinkoxydstaub, der massenhaft bei der Darstellung des Zinkweisses entsteht und aus weichen rundlichen Teilchen sich zusammensetzt, soll gar keine Gefahr bei der Einatmung, wobei doch auch ein Teil verschluckt wird, bedingen. Es steht dies im Widerspruch mit der Auffassung Kobert's,[2]) welcher auch die milden Zinksalze, wie Zinkoxyd und das kohlensaure Zink, weil ihnen nach ihrer Resorption eine Allgemeinwirkung erheblicher Art zukommt, als Gifte ansieht, weitere Beweise dafür aber nicht anführt. Ob diese Verbindungen im Körper sich zersetzen können, so dass vielleicht lösliche Zinkverbindungen sich bilden können (Chlorzink), muss dahingestellt bleiben. Die Schädlichkeit des Zinkoxyds bestätigen Versuche von Amore, Falcone und Maramaldi,[3]) bei denen Hunde, welche täglich 0,5 bis 1,0 Zinkoxyd bekamen, nach 10 bis 15 Tagen unter Erbrechen, Abmagerung, Körperschwäche, Harnverminderung, Albuminurie, Glykosurie und Haemoglobinurie sowie unter Verminderung der roten Blutkörperchen und Entwickelung von Leukocytose zu Grunde gingen.

Unter allen Umständen erscheint es zweckmässig, den Staub abzusaugen, wo und wie er auftritt.

[1]) Polyák, Eine noch nicht beschriebene Form der Coryza professionalis. Berl. klin. Wochenschr. 1893, No. 1.

[2]) a. a. O. S. 282.

[3]) Supplément au Bulletin général de thèrapeutique 1893, S. 25.

E. Durch Einatmung oder Verschlucken chemisch wirkender Staub.

Hinsichtlich dieser Staubarten spielt die Gestalt der Staubteilchen keine Rolle mehr, im Gegenteil, der bei der Atmung in die Mundhöhle eintretende Staub gelangt entweder in die Lunge oder, mit dem Speichel verschluckt, in den Verdauungskanal, wird hier wie dort, wenn oft auch wohl in verschiedenem Verhältnis, gelöst und äussert seine spezifische, meist dem Körper feindliche, d. i. giftige Wirkung.

In Anbetracht des uns hier zur Verfügung stehenden beschränkten Raumes können wir nur die Hauptrepräsentanten dieser Gruppe erwähnen, bemerken auch gleich, dass eine scharfe Trennung der Körper, von welchen ein fester, chemisch different wirkender Staub ausgeht, von denen, welche zur Entstehung ebenso wirkender aber gasförmiger Emanationen Anlass geben, nicht durchzuführen ist.

1. Von den Nichtmetallen oder Metalloiden gehört hierher das Arsen, da arsenikhaltiger Staub vorkommt. Wir werden aber, da in der Industrie die Arsendämpfe häufiger vorkommen als arsenhaltiger fester Staub, diese Vergiftung im nächsten Kapitel abhandeln, zumal Arsen der einzige Körper ist, welcher unmittelbar aus dem festen in den dampfförmigen Zustand übergehen kann.

2. Von den Metallen der alkalischen Erden haben wir hier zu erwähnen:

a) Das Calcium, welches in der bei der Eisenindustrie als Abfall übrig bleibenden Thomasschlacke auftritt und dieser zum grössten Teil ihre Gefährlichkeit verleiht.

Unter dem Mikroskop[1]) besteht die, weil phosphorhaltig, als Düngemittel verwendete und zermahlen ein feines graues Pulver bildende Thomasschlacke aus einer grösseren Menge kleiner, scharfer, glasähnlicher Plättchen, aus scharfen Eisenkörnern, stäbchenförmigen und amorphen Teilchen. Die Thomasschlacke wird beim Entphosphorn des Eisens gewonnen, welches dadurch zu Stahl werden soll. Die nach Zusatz von Kalk zu dem flüssigen Eisen oben aufschwimmende Schlacke wird abgenommen und nach dem Erkalten zerstampft, dann zermahlen. Nach Hasenklever und Fleischer enthält sie: Phosphorsäure 17,5 %, Kalk 49,6 %, Magnesium 4,7 %, Eisenoxydul 9,3 %, Eisenoxyd 4,1 %, Thonerde 2,0 %, Manganoxydul 4,0 %, Schwefel 0,5 %, Schwefelsäure 0,2 %, Kieselsäure 7,5 % u. s. w. Dieser Gehalt von rund 50 % Ätzkalk bringt

[1]) Siehe Staubarten in Wort und Bild. Wien 1892.

den Schlackenmüllern, da es bisher nicht gelungen ist, die Schlacke staubdicht fein zu mahlen, die grösste Gefahr. Es entsteht eine heftige Lungenreizung mit schwärzlich flüssigem Auswurf, es bilden sich in der sich schmutzig grau verfärbenden Schleimhaut viele kleine Geschwüre, welche auch zu grösseren Ulzerationen im Lungengewebe den Anlass geben können. Wir haben also eine echte akute Pneumonokoniose, und zwar eine auf chemischem Wege erzeugte vor uns. Man könnte auch eben so wohl von einer toxico-traumatischen Pneumonie sprechen, denn erstens erzeugen die scharfen Splitter eine wirkliche Verletzung der Schleimhaut, und zweitens muss sich die chemische Wirkung des Ätzkalks entfalten, d. h. da, wo Kalk mit der Schleimhaut in Berührung kommt, muss er die obere Schicht derselben abtöten und die darunter liegende entzünden. Dass dies geschieht, dafür spricht die graue Verfärbung der Schleimhaut. Ob diese Ätzwirkung eintritt, wird immer noch bezweifelt, und leider liegen bei den wenigen Obduktionen keine Angaben über das Verhalten der ersten Atmungswege bei der Pneumonie der Thomasschlackenmüller vor. Denn wird Ätzkalk eingeatmet, so wird der Kehldeckel geschwollen und die Schleimhaut des Kehlkopfes und der Luftröhre grauweiss verfärbt sein (Kobert). Für die stattfindende Ätzwirkung spricht eine Beobachtung von Ollive,[1]) welcher bei einem an solcher Pneumonie Gestorbenen im Auswurfe (chemisch) neben Eisen Kalk, und zwar, wie er angiebt, wahrscheinlich als kohlen- und phosphorsauren Kalk nachwies. Der Ätzkalk wird aber nach Kobert im organischen Gewebe als Karbonat enthalten sein. Jedenfalls ist von einer rein fibrinösen Pneumonie bei den Schlackenmüllern nach den bisherigen Obduktionen nicht die Rede. Die Sterblichkeit ist etwa doppelt so hoch wie die bei fibrinöser Pneumonie und soll sich auf einige 30$^0/_0$ belaufen. Doch ist diese Zahl nicht stichhaltig, da noch zu wenige Beobachtungen vorliegen.

b) Das Baryum wurde schon oben erwähnt. Wir wiesen auf Kobert's Angabe hin, dass auch Schwerspat, wenn bei reichlicher Einatmung in die Mundhöhle gelangt und verschluckt, durch Reduktion im Darm giftig wirken könne. Man muss daher mindestens Acht auf diese Thatsache haben, wenn in den Zuckerfabriken Kalk statt Baryum gebraucht wird, so dass statt Zuckerkalk Baryumsaccharat vorübergehend gebildet wird (Kobert). Auch in Glasfabriken kommt wohl Ätzbaryt (Baryumhydrat) und Schwerspat zur Verwendung. Die hervorstechenden Symptome einer Vergiftung durch Barytsalze ähneln

[1]) Ollive, Épidémie de pneumonie chez les ouvriers d'une usine, où l'on pulvérise des scories de déphosphoration. Revue d'hygiène 1888, September.

denen einer Bleivergiftung, es treten auch heftige Koliken auf, aber es fehlt der Bleisaum am Zahnfleisch, und statt der bei Bleivergiftung bestehenden hochgradigen Verstopfung bestehen umgekehrt sehr starke Durchfälle.

3. Von den Schwermetallen haben wir an dieser Stelle zu besprechen:

a) Das Blei, das in grossen Mengen produzierte und ebenso in ausserordentlicher Weise in der Industrie verbreitete Metall. An der Weltproduktion von Blei ist Deutschland mit über 2000000 Zentner, d. h. mit etwa einem Viertel beteiligt. Diesem Segen steht aber immer noch der Unsegen der die Bleiindustrie belastenden Metallvergiftung zur Seite, die allerdings jetzt mit grossem Erfolg bekämpft wird.

Das Blei in der Form, in der es im Gewerbebetrieb auftritt, bringt keine akute Vergiftung hervor, es wirkt langsam; als schleichendes Gift dringt es in den Körper ein, nimmt den Leuten zuerst das gesunde Aussehen, sie verlieren den Appetit, sehen graufahl aus, magern ab. Der Bleisaum,[1]) ein schiefergrauer, einige Millimeter breiter Saum am freien Zahnfleischrande, wird sichtbar. Bald stellt sich, oft mit heftigsten Leibschmerzen verbunden, eine sehr hartnäckige acht- bis vierzehntägige Verstopfung ein, es kommt zu heftigsten, meist um den Nabel herum anfallsweise auftretenden kolikartigen Schmerzen (Bleikolik, colica saturnina), der Leib ist dabei kahnförmig eingezogen, die Kranken liegen meist, die Fäuste gegen den Leib gepresst, auf dem Bauch, geben Schmerzenslaute von sich und haben eine beschleunigte Atmung (Asthma saturninum).[2]) Neben der Kolik kommt es zu Schmerzen in Knochen und Gelenken der Beine (Arthralgia saturnina), während in anderen Fällen zeitweise eine umschriebene Empfindungslosigkeit der Haut bald hier bald dort auftritt, nach 1 bis 2 Wochen aber normaler Empfindung wieder Platz macht (Anaesthesia saturnina). Dass auch vorübergehend bei Bleivergifteten eine — wie Hirschberg glaubt auf Urämie (Übertritt von Harnstoff ins Blut infolge von Nierenentzündung) beruhende — Schwachsichtigkeit oder gar Blindheit (Amblyopia oder Amaurosis saturnina) auftreten kann, darf nicht unerwähnt bleiben.[3]) Endlich kommt es zur Bleilähmung (Paralysis saturnina). Meist ist der Speichennerv befallen, infolgedessen

[1]) Derselbe entsteht dadurch, dass Bleialbuminat mit dem aus Speiseresten am Zahnfleisch und in schlechten Zähnen sich entwickelnden Schwefelwasserstoff Schwefelblei bildet, welches sich am Zahnfleischsaume in wechselnder Ausdehnung niederschlägt.

[2]) Vergl. Kobert a. a. O. S. 400 ff.

[3]) Kobert a. a. O. S. 401.

die Streckmuskeln von Arm und Hand gelähmt sind. Die Muskeln schwinden wie alle unthätigen Muskeln, die nicht gelähmten Beugemuskeln bekommen das Übergewicht, und die Bleikontraktur ist fertig. Langwierige, hier nicht zu erörternde Behandlung und zuerst natürlich völlige und dauernde Entfernung von Blei und bleihaltigem Material kann den Zustand bessern und zuweilen auch heilen.

Das Blei schädigt nicht nur den, der es in sich aufnimmt, sondern auch die Nachkommenschaft. Nach Lewin[1]) zeugen Bleiarbeiter oft schwache, lebenssieche Kinder, und bei Frauen, sogar bei solchen, die, selbst nicht bleikrank, nur von bleikranken Männern empfingen, beobachtet man vorzeitige Ausstossung der Frucht.

Die unheimliche Gefahr haftet an dem Blei, wie und wo es uns in der Welt begegnet. Es bedroht die Gesundheit der Hüttenarbeiter, die das Metall aus den bleihaltigen Erzen gewinnen sollen, es kann grosse Verheerungen unter den Arbeitern, die beim Verarbeiten des Bleies zu Bleipräparaten aller Art beschäftigt sind, anrichten, es kann das Leben vieler Arbeiter und Arbeiterinnen, welche sich wiederum dieser fertigen Bleipräparate in der Industrie bedienen müssen, verkürzen. Es wirkt vergiftend sowohl als reines Metall, wie wir es z. B. bei der Bleischrotfabrikation sehen, wo die Arbeiter beim Schmelzen des Bleies und beim Sieben des Schrotes erkranken, als auch in Form seiner Verbindungen, wofür uns die Industrie massenhafte Beispiele liefert.

Der Bleistaub zeigt sich unter dem Mikroskop als ein feines graublaues, aus runden kleinsten Körnchen bestehendes Pulver. Dasselbe gelangt entweder, und zwar meistenteils, vom Magendarmkanal aus in das Blut, indem sowohl die metallischen Dämpfe sich kondensieren, niederschlagen und dann ebenso wie das metallische, in der Luft suspendierte Bleipulver mit der Atemluft in den Mund gelangen und verschluckt werden. Ferner wird Blei von der wunden und auch von der nicht wunden Hautoberfläche aufgenommen, und endlich geht es sogar von der Lungenschleimhaut in das Blut über, denn innerlich wird selbst das in Wasser unlösliche Bleisulfat, $PbSO_4$, und das metallische Bleipulver löslich gemacht und langsam resorbiert.

Daher muss man, um die Gefahr der Bleivergiftung aufzuheben oder doch zu beschränken 1. die Bleidämpfe bezw. den metallischen Flugstaub beseitigen; 2. keine Bleiteilchen in den Verdauungskanal gelangen lassen — die Arbeiter dürfen nur mit eben gewaschenen Händen und niemals im Arbeitsraum ihr Essen verzehren u. s. w.; 3. das Blei, wo es irgend sein kann, durch einen unschädlichen Stoff ersetzen.

[1]) Lewin, Die Nebenwirkungen der Arzneimittel. Berlin 1893.

Zu Punkt eins und zwei haben, wenn nicht schon strenge Fabrikordnungen, in den einzelnen Regierungsbezirken polizeiliche Verfügungen wesentlich Wandel geschaffen, zu Punkt drei ist das Gesetz vom 25. Juni 1887, betreffend den Verkehr mit blei- und zinkhaltigen Gegenständen von einschneidendem Einflusse gewesen. Indem man verbot, dass z. B. Thongeschirre mit bleihaltigen Glasuren, Kochgeschirre mit bleihaltiger Emaillierung in den Verkehr gebracht wurden, war der Fabrikation solcher Thonwaren und Geschirre der Weg abgeschnitten. In ähnlicher Weise, wenn auch nicht in dem Umfange, hat das Gesetz vom 5. Juli 1887, betreffend die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben bei der Herstellung von Nahrungs-, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen eine wohlthätige Wirkung geäussert. Leider ist trotzdem die Bleivergiftung eine sogenannte Gewerbekrankheit geblieben, zum Teil auch weil die segensreichen Bestrebungen vieler Fabrikbesitzer trotz ihrer Uneigennützigkeit vielfach von den Arbeitern verkannt werden. Der Leichtsinn, mit welchem die letzteren oft die zu ihrem persönlichen Schutz getroffenen Maassregeln missachten, ist geradezu unglaublich.

Immerhin ist, wie bereits bemerkt, die Zahl der gewerblichen Bleivergiftungen in allen Ländern erheblich gesunken. In Kölner Fabriken (Leyendecker) sank die Zahl der Bleivergiftungen von über 50% in den siebziger Jahren auf etwa 20% in den achtziger Jahren und hat seitdem noch mehr abgenommen. So lesen wir ferner in dem Sitzungsbericht des Comité consultatif d'hygiène de France von 1888,[1]) dass im Seinedepartement, in dem etwa 20 000 Arbeiter mit Blei und seinen Derivaten zu thun haben, die Erkrankungsfälle nach 1880 gegen die Zeit vorher um die Hälfte abgenommen haben. Man schreibt dies einerseits dem Eingreifen der Fabrikherren, der grösseren Sauberkeit der Arbeiter, der Vervollkommnung der Betriebsverfahren und der sehr grossen Verbreitung der „instruction sanitaire relative aux causes de l'intoxication saturnine et au moyen d'y remédier", d. h. der Belehrung der Arbeiter zu. Um hierin weitere Fortschritte zu machen, empfahl das Comité consultatif ein Verbot des Bleiweisses bei allen Anstreicherarbeiten. Der Vorschlag, anzuordnen, dass Bleiweiss nur mit Öl bereits angerührt, niemals in Pulverform in den Handel gelange, wurde als fast überall schon durchgeführt und als ungenügend befunden abgelehnt. Die Syndikatskammer der Bleiarbeiter im Seinedepartement hat auch eine Schule errichtet: „École de plomberie sanitaire",[2]) die die berufsmässigen Kenntnisse nicht nur von der technischen, sondern auch von der hygienischen Seite

[1]) Annales d'hygiène 1888, April.
[2]) Annales d'hygiène 1888, Oktober.

fördern soll, ein gewiss ausgezeichnetes Unternehmen, da das Wissen, mit dem der junge Mann in seinen Beruf eintritt, ganz sicher in erster Linie in die Praxis übertragen und am wenigsten vergessen wird.

Zuerst sind natürlich die beim Verhütten der Bleierze beschäftigten Arbeiter der Gefahr ausgesetzt, sodann die Arbeiter in Bleiglätte-, Bleiweiss-, Mennige-, Massikot-Fabriken[1]) u. s. w. Bei diesen kann nur von Schutz im Sinne der oben angedeuteten Punkte 1 und 2 die Rede sein. Es erkrankten in den erwähnten Fabriken nach einer Zusammenstellung aus der ersten Hälfte der achtziger Jahre von 17,5 bis 50,0 Arbeiter vom Hundert im Laufe des Jahres und davon die meisten in den Mennigefabriken, ein Umstand, den ein Fabrikherr dadurch erklärte, dass die Arbeiter recht gut wissen, dass Mennige weniger gefährlich sei als Bleiweiss, so dass sie sich weit weniger in Acht nehmen.

Bei der Verarbeitung des fertigen Bleimetalls zu Bleiweiss, Mennige etc. giebt es einige Momente in der Fabrikation, die besonders gefährlich sind, so das Ausnehmen des durch Oxydation metallischer Bleiplatten vermittels Essig- und Kohlensäuredämpfe gewonnenen Bleiweisses aus den Bleikammern, wobei sich ein sehr dichter, mächtiger, und sehr gefährlicher Bleistaub entwickelt. Nach der Entnahme aus der Kammer wird das Blei geschlämmt, um es von dem ihm noch anhaftenden metallischen Blei zu reinigen. Hier kommen die Leute zwar nicht mit Bleiweissstaub, aber mit dem leicht löslichen essigsauren Blei in Berührung. Nunmehr wird das geschlämmte Bleiweiss, welches beim Rotieren des kupfernen Zylinders durch die Löcher in den Bottich tritt, während das metallische Blei im Zylinder zurückbleibt, in Töpfen in besonderen Trockenstuben getrocknet. Ist das Trocknen beendet, so enthält jeder Topf einen Kuchen von Bleiweiss, und es wird nun entweder das „Stücke-Bleiweiss" verpackt, oder letzteres vor dem Verpacken erst gemahlen, oder das gemahlene auch noch mit Leinöl zu Teig verrieben, welcher dem Anstreicher die fertige Farbe liefert. Bei allen drei Verfahren wurde früher sehr viel Staub entwickelt, so dass gerade diese Arbeit nächst der Kammerarbeit die gefährlichste war.

Über die gesetzlichen Bestimmungen zum Schutze der Arbeiter in diesen Betrieben s. die betreffenden Abschnitte weiter unten. Neben den ebenfalls weiter unten (Abschnitt VI) zu besprechenden besonderen Betriebseinrichtungen gebraucht man noch andere Vorsichtsmaassregeln zum Schutze der Arbeiter; man verabreicht den Leuten Milch, die mit den Bleisalzen unlösliche Verbindungen eingehen und dieselben auf diese Weise unschädlich machen soll (was bei der ausserordentlichen Beweglichkeit der organischen Verbindungen und der auf sie einwirkenden Fermente im Darm noch gar nicht einmal sichergestellt ist), man gab ihnen in regelmässigen Zwischenräumen Sennesblätterthee mit Glaubersalz, um die Verstopfung zu heben, ein nur symptoma-

[1]) Bleiglätte (je nach der Farbe Silber-, Goldglätte), Lithargyrum = Bleioxyd. — Bleiweiss = Bleikarbonat ($PbCO_3$) ist das natürliche Weissbleierz; das künstliche Bleiweiss ist ein Gemenge von Karbonat mit Bleihydrat. — Mennige (Minium Pb_3O_4) ist eine Verbindung von Bleioxyd mit Bleisuperoxyd. — Massikot, gelbes Pulver (früher als Malerfarbe gebraucht), sehr fein zerteiltes und nicht vorher geschmolzenes Bleioxyd.

tisch verabreichtes, den Kern der Sache, d. h. die Bleivergiftung gar nicht berührendes Mittel u. s. w. Gegen diese Art Schutz muss man Verwahrung einlegen, denn das kontinuierliche Medizinieren hilft gar nichts, wenn der Arbeiter dabei Blei aufnimmt, wohl aber verdirbt es den Magen, ferner giebt es dem Arbeiter ein ungerechtfertigtes Sicherheitsgefühl, und endlich ist es völlig unlogisch, erst eine Vergiftung entstehen zu lassen und diese dann nachträglich unschädlich machen zu wollen. Rationell ist nur die Methode, die danach strebt, von Anfang an die Vergiftung zu verhindern.

Andere Fabriken haben ein ganz anderes Verfahren eingeschlagen, welches auf der Kenntnis beruht, dass der Mensch eine kurze Zeit — also einige Tage lang — Bleisalze einatmen kann, ohne sich einen dauernden Schaden zuzuziehen. Hierauf fussend haben einige Fabriken in Schlesien das Verfahren eingeschlagen, für die Ausführung der gefährlichen Arbeiten vagabundierende Leute anzustellen, die nach Erfüllung ihrer Aufgabe wieder entlassen werden. Unter diesen nur vorübergehend mit Blei arbeitenden Leuten sollen Bleikrankheiten nicht vorgekommen sein. Überhaupt lösen jene Fabriken alle an gefährlichen Betriebspunkten beschäftigten Leute in regelmässigen Zwischenräumen ab und sorgen entweder dafür, dass die Leute für die ihnen unfreiwillig auferlegte Aussperrung Arbeit in anderen Fabriken finden, oder die Leute werden für die Zeit der Nichtarbeit unterstützt. In Frankreich bezeichnet man derartige Arbeiter, welche man nur zur Ausführung meist auf die Dauer gefährlicher oder sonstwie unangenehmer Arbeiten annimmt (z. B. in Betrieben zur Herstellung künstlichen Düngers) als „hirondelles“; thatsächlich sind sie ja eine Art Zugvögel.

Beim Durchgehen der Industrieen, in denen wir heute noch dem Blei begegnen, muss man sich das Reichsgesetz, betreffend den Verkehr mit blei- und zinkhaltigen Gegenständen, vergegenwärtigen. Dasselbe, vom 25. Juni 1887 datiert, lautet im wesentlichen:

§ 1. Ess-, Trink- und Kochgeschirre, sowie Flüssigkeitsmaasse dürfen **nicht** 1. ganz oder teilweise aus Blei oder einer in 100 Gewichtsteilen mehr als 10 Gewichtsteile Blei enthaltenden Metalllegierung hergestellt, 2. an der Innenseite mit einer in 100 Gewichtsteilen mehr als einen Gewichtsteil Blei enthaltenden Metalllegierung verzinnt, oder mit einer in 100 Gewichtsteilen mehr als 10 Gewichtsteile Blei enthaltenden Metalllegierung gelötet, 3. mit Email oder Glasur versehen sein, welche bei halbstündigem Kochen mit einem in 100 Gewichtsteilen 4 Gewichtsteile Essigsäure enthaltenden Essig an die letztere Blei abgeben. Auf Geschirre oder Flüssigkeitsmaasse aus bleifreiem Britanniametall findet die Vorschrift in Ziffer 2 betreffs des Lotes nicht Anwendung. Zur Herstellung von Druckvorrichtungen zum Ausschank von Bier, sowie von Siphons für kohlensäurehaltige Getränke und von Metallteilen für Kindersaugflaschen dürfen nur Metalllegierungen verwandt werden, welche in 100 Gewichtsteilen nicht mehr als einen Gewichtsteil Blei enthalten.

§ 2. Zur Herstellung von Mundstücken von Saugflaschen, Saugreiniger und Warzenhütchen darf blei- oder zinnhaltiges Kautschuk nicht verwendet sein. Zur Herstellung von Trinkbechern und von Spielwaren, mit Ausnahme der massiven Bälle, darf bleihaltiges Kautschuk nicht verwendet sein. Zu Leitungen für Bier, Wein oder Essig dürfen bleihaltige Kautschukschläuche nicht verwendet werden.

§ 3. Geschirre und Gefässe zur Verfertigung von Getränken und Fruchtsäften dürfen in denjenigen Teilen, welche bei dem bestimmungsgemässen oder vorausgehenden Gebrauche mit dem Inhalt in Berührung kommen, nicht dem § 1 zuwider hergestellt sein. Zur Aufbewahrung von Getränken dürfen Gefässe nicht verwendet sein, in welchen sich Rückstände von bleihaltigem Schrote befinden. Zur Packung von Schnupf- und Rauchtabak, sowie Käse, dürfen Metallfolien nicht verwendet werden, welche in 100 Gewichtsteilen mehr als einen Gewichtsteil Blei enthalten.

§ 5. Gleiche Strafe (nach § 4 150 M. bei Übertretungen der §§ 1 bis 3) trifft denjenigen, welcher zur Verfertigung von Nahrungs- und Genussmitteln bestimmte Mühlsteine unter Verwendung von Blei oder bleihaltigen Stoffen an der Mahlfläche herstellt, oder derartig hergestellte Mühlsteine zur Verfertigung von Nahrungs- und Genussmitteln benutzt.

Es liegt auf der Hand, wie dieses Gesetz z. B. in die Thonindustrie einschneiden musste, da ganz allgemein die Glasur der Thonwaren mit dem leichtflüssigen Bleiglanz (Bleisulfid, Schwefelblei) hergestellt wurde. Ob und wie die Kontrolle des Gesetzes gehandhabt wird, ist uns nicht bekannt. Dass bei dem oben erwähnten feinen Staub beim Glasieren der Porzellanwaren das Einatmen des bleihaltigen Staubes zur Bleivergiftung oft führen kann und leider auch oft führt, sei hier besonders hervorgehoben. Auch die Eisengeschirrarbeiter sind, seitdem das Email bleifrei hergestellt wird, weniger gefährdet als früher. Ebenso sind die Haararbeiter besser geschützt, da man Rosshaare nicht mehr mit Bleiglätte, sondern mit Eisenvitriol schwarz färbt. Dagegen kommen immer noch durch schwefel- oder kohlensaures Blei beschwerte Nähseide und ebensolche Stoffe in den Handel und führen zur Bleivergiftung der dauernd solche Garne verbrauchenden Näherinnen,[1]) wobei man nur an die Gewohnheit der letzteren zu denken hat, den Faden vor dem Einfädeln mit den Lippen anzufeuchten.

Die Jacquard-Weber sind dadurch der Bleivergiftung ausgesetzt, dass an dem Jacquardstuhl tausende von zylindrischen Bleigewichten hängen, die sich an einander reiben und dadurch erheblichen Bleistaub erzeugen, durch dessen Einverleibung bei diesen Webern echte Bleikolik zu Tage getreten und beobachtet worden ist. Hirt schlägt ein öfteres Überfirnissen der Gewichte vor, unseres Erachtens müsste man dieselben durch ein anderes Metall, oder Metalllegierung ersetzen, was doch unmöglich eine technisch unüberwindliche Schwierigkeit darstellen kann. In analoger Weise wäre den Musikblasinstrumentenmachern zu helfen. Diese gebrauchen das Blei zum Ausgiessen der rohen Messingblechrohre für Althörner, Saxtuben, Klapphörner u. s. w., welche dann mit dem Bleikern zurechtgebogen und auf diesem zurechtgehämmert

[1]) Dingler's polytechn. Journal 1877, Bd. 225, S. 215. Mitteilung aus Chemical Review.

werden. Ist die Arbeit fertig, so wird das Blei auf glühenden Kohlen wieder herausgeschmolzen. Sollte es hier nicht möglich sein, anstatt des Bleikerns einen solchen aus einer Legierung herzustellen, die z. B. aus 3 Teilen Cadmium, 4 Zinn, 15 Wismut, 8 Blei besteht und bei 70° C schmilzt? oder aus einer solchen aus 5 Blei, 3 Zinn, 8 Wismut, die bei 94° C schmilzt? dann könnte man nach vollendeter Bearbeitung des Blechrohres den Kern in kochendem Wasser ausschmelzen, und jede Gefahr wäre vorüber.

Die Anstreicher lieferten früher das grösste Kontingent für die Bleivergiftungen, da sie das Bleiweiss nicht nur verwandten, sondern auch selbst anrieben. Jetzt wird es bereits in den Fabriken in verschlossenen Behältern durch Maschinen mit dem Öl zu Teig verrührt. Vielfach aber wird es auch durch Zinkweiss ersetzt. Letzteres hielt man für unschädlich, aber nach Kobert kommt selbst den milden Zinksalzen, wie Zinkoxyd oder Zinkweiss, dem kohlensauren Zink oder Zinkspat, nach ihrer Resorption eine erheblichere Allgemeinwirkung zu, so dass er sie aus diesem Grunde als Gifte bezeichnet. Aber dies selbst zugegeben, so wäre doch immerhin das Zinkweiss dem Bleiweiss vorzuziehen, da es nicht annähernd, selbst wenn es nicht ganz inoffensiv wäre, dem letzteren an Gefährlichkeit gleich käme.

Ferner sind Lackfabrikarbeiter und Lackierer der Bleivergiftung ausgesetzt, da einzelne Firnisse mit starkem Bleiglätte- oder Bleiweisszusatz hergestellt werden, ebenso die Granatschleifer, die die Granaten auf einer rotierenden Bleiplatte facettieren. Von den Glasarbeitern sind diejenigen der Bleivergiftung ausgesetzt, welche Krystallglas oder Flintglas herstellen. Beide erhalten grosse Zusätze von Mennige oder Bleiglätte. So besteht Flintglas, welches zu optischem Glase gebraucht wird, nach Bontemps aus 100 Teilen weissen Sandes, 100 Teilen Mennige und 30 Teilen kalzinierter Soda. Bleihaltiger Staub entsteht beim Einbringen des pulverisierten Glassatzes mit eisernen Schaufeln in den Ofen, und ferner entstehen beim Schmelzen des Glassatzes Bleidämpfe. Auch Porzellanarbeiter, besonders solche, die Ofenkacheln anfertigen, bei denen Bleiweiss gebraucht wird, Papierfabrikarbeiter, die bei der Herstellung von Visiten- und Spielkarten Bleiweiss verbrauchen und Papiere — allerdings nicht mehr solche, welche zum Verpacken von Esswaren dienen — mit Bleifarben färben, Arbeiter in Farbenfabriken, die des Bleioxyds zur Herstellung gewisser Farben und Pastellfarbenstifte bisher nicht entbehren können, Strohhutfabrikarbeiter und -Arbeiterinnen, welche Strohhüte mit dem bleihaltigen Kremserweiss färben müssen, alle diese sind der Gefahr der Bleivergiftung ausgesetzt. Ferner gehören hierher, als in dieser Beziehung in gleicher Lage befindlich, die Feilenhauer, welche nach dem Schärfen der einen Seite der Feile die letztere, um die andere Seite schärfen zu können, auf eine weiche und doch nicht vollkommen nachgiebige Unterlage legen müssen und als solche ein Lager von Blei wählen. Einerseits entsteht hierbei Staub, und andererseits ruht die linke Hand auf dem Bleilager, so dass von dieser sehr leicht (mit der Nahrung) Bleiteilchen in den Mund gelangen und verschluckt werden können. Die Bleivergiftung der Leute war so häufig, dass in England von der „File-cutters disease", d. h. von der Feilenhauerkrankheit die Rede war. Ganz ähnlich bedienen sich die Bürstenbinder zum gleichmässigen Abstutzen oder Abhauen der Borstenbüschel eines Bleiklotzes, und ebenso die Blumenmacherinnen, die allerdings ausserdem auch noch mit bleihaltigen Farben arbeiten, welche Papiermuster mit Bleiformen ausschlagen. Auch Kattundrucker, Wachstucharbeiter arbeiten mit Bleiweiss und sind daher gefährdet. Ausdrücklich verbietet das Gesetz die früher übliche Methode der Reparatur von Mühlsteinen, bei der vorhandene Löcher einfach mit Blei ausgegossen wurden. Nicht nur die diese Reparatur ausführenden Müller wurden dadurch geschädigt, sondern es gelangte auch Bleistaub in das Mahlgut

und das Mehl wurde bleivergiftet. Es sollen auf diese Weise entstandene Bleiintoxikationen im Elsass vorgekommen sein.[1]) Auch die Edelsteinschleifer laufen Gefahr, sich mit Blei zu vergiften, weil sie zum Auflöten der zu schleifenden Edelsteine ein stark bleihaltiges Lot gebrauchen oder weil sie beim Herstellen von künstlichen Edelsteinen sich des sogenannten Strass,[2]) eines bleireichen Kaliumsilikats bedienen, welches man mit verschieden färbenden Metalloxyden zusammenbringt.

Rohrleger, welche Gas- und Wasserröhren verlegen, bedienen sich zum Dichten der Fugen eines stark bleihaltigen Kitts und erkranken häufig an Bleikolik. Es soll dies mit darauf beruhen, wie mir von kompetenter Seite mitgeteilt wurde, dass die Leute in unglaublichstem Leichtsinn die Dichtigkeit der Röhren durch Ansaugen zu prüfen sich gewöhnen, ganz gleich, ob schon Kitt an denselben haftet oder nicht.

Auch in den Patronenfabriken kamen nicht selten Bleivergiftungen vor, und zwar nicht nur bei den Arbeitern, welche den Bleikern der heutigen Stahlmantelgeschosse giessen, sondern auch bei denen, welche den Bleikern in den Stahlmantel einsetzen. Hartblei (Legierung von 95 % Blei und 5 % Antimon) ist also in dieser Hinsicht um nichts weniger gefährlich als Weichblei. Nur ein steter Wechsel der die gefahrbringende Arbeit ausführenden Arbeiter sichert die Leute vor schweren Schädigungen.

Endlich haben wir noch einer Berufsart Erwähnung zu thun, das ist der der Buchdrucker. Die Schriftgiesser haben weniger zu leiden, da beim Giessen der Lettern wegen des niedrigen Schmelzungspunktes kaum Bleidämpfe entstehen und die Schriftgiesser gegen den feinen, allerdings bleihaltigen Staub, der beim Trockenschleifen der Typen erzeugt wird und, wenn eingeatmet, natürlich Bleiintoxikation hervorruft, durch Exhaustoren leicht geschützt werden können. Anders ist es mit den Schriftsetzern, welche sich wenig an den Bleigehalt der Lettern kehren, dieselben in den Mund nehmen, mit den mit Bleistaub stark beschmutzten Händen essen und die Setzerkästen in einer wenig rationellen Weise reinigen sollen, d. h. wie Albrecht in seiner gleich näher zu erwähnenden Arbeit[3]) angiebt, durch Ausblasen mit einem Blasebalg, wodurch kolossale Staubwolken entstehen, die, wenn wie gewöhnlich die Prozedur unmittelbar vor der Thür des Saales stattfindet, zu erheblichem Teil in letzteren zurückfluthen. Dass thatsächlich Bleistaub in den Setzersälen sich befindet, bewies Stumpf,[4]) welcher Bleistaub auf Papierbogen sammelte, die er in mehr als Manneshöhe auf Schränken niederlegte. Man fand nun in dem Staube eines Setzerkastens[5]) 16,43 % Blei, in dem auf einem 2 m hohen Ofen eines mit 20 Setzern besetzten Setzersaales gesammelten Staub 0,24 % Blei, endlich fand man in dem Staub, der sich auf einer 5 m über dem Fussboden eines mit 40 Mann besetzten Setzersaales befindlichen, von niemand lange zuvor betretenen Galerie abgesetzt hatte, 0,37 % Blei.

Ist somit die schon lange ausser Frage stehende Bleivergiftung der Buchdrucker auch leicht erklärlich, so liegt es auf der Hand, dass man danach streben sollte, ein möglichst bleiarmes Letternmetall herzustellen. Das gewöhnliche Letternmetall in Deutschland enthält 80 % Blei, 20 % Antimon, oder 75 % Blei und 25 % Antimon mit geringem Zusatz von Kupfer und Zinn. Englisches und französisches Letternmaterial

[1]) Heinzerling a. a. O. II, S. 87/88.

[2]) Nach dem Wiener Industriellen Joseph Strasser so genannt.

[3]) Die Berufskrankheiten der Buchdrucker. Schmoller's Jahrbuch für Gesetzgebung, Verwaltung und Volkswirtschaft 1891, S. 213 ff.

[4]) Bei Albrecht a. a. O. S. 236 angeführt.

[5]) Die Staubarten in Wort und Bild S. 3.

besteht nur aus 55 bis 60 % Blei und im übrigen aus annähernd gleichen Teilen Antimon und Zinn, endlich giebt es ein fast bleifreies Letternmetall von Ehrlich,[1]) welches nur 2 bis 3 % Blei neben 89 bis 93 % Zink und 2 bis 4 Teilen Kupfer und Zinn enthält. Man sollte also auf ein bleiarmes Letternmetall halten. Dass man bei streng durchgeführter Sauberkeit in Buchdruckereien auch bei dem bisherigen Metall die Bleivergiftung vermeiden kann, beweisen gut gehaltene grosse Buchdruckereien, in denen ebenso die Tuberkulose eine Berufskrankheit der Buchdrucker zu sein aufgehört hat; sie kommt dort nicht häufiger vor wie in der Bevölkerung überhaupt.

Wenn die Tuberkulose unter den Buchdruckern besonders häufig aufzutreten schien,[2]) so lag das wiederum zuerst an den oben mehrfach erörterten Momenten der ungenügenden Sauberkeit hinsichtlich des Auswurfs etwa vorhandener kranker Leute, an der Möglichkeit, durch Staubeinatmung prädisponierende Katarrhe zu bekommen, und dann in dem von vielen Seiten betonten Umstand, dass der Beruf als Buchdrucker mit Vorliebe von schwächlicheren Leuten ergriffen wird. Wir wiederholen, dass die sämtlichen Statistiken über die Beteiligung dieses oder jenes Berufes an der Häufigkeit der Tuberkulose ausserordentlich an Wert gewinnen würden, wenn man sie durch die Angabe der Zahl der erblich Belasteten ergänzen könnte.

Wie ausserordentlich empfindlich der Organismus gerade für die tägliche Zufuhr von Blei ist und dass Bleivergiftungen bei Arbeiten entstehen können, bei denen man vom Blei weit entfernt zu sein glaubt, beweist folgender von Duguet in der Société de médecine publique et d'hygiène professionelle[3]) mitgeteilte Fall. In einer Kartonnagenfabrik erkrankt eine Frau an Bleivergiftung. Sie hat mit der Maschine geschnittene aufeinander liegende Streifchen rotgefärbten Papiers eins nach dem anderen um Kartons, die „coton à la ménagère“ enthalten, zu kleben und nahm zu diesem Zweck das einzelne Streifchen durch Aufdrücken mit dem jedesmal vorher an den Lippen genetzten Zeigefinger auf das vor ihr liegende Häufchen der Streifen fort. Bei dieser Prozedur entstand die Vergiftung, da das Papier mit Minium gefärbt war, so dass jedes Streifchen 0,012 g Blei enthielt. Als ein Zeichen, wie harmlos oft die gröbsten Verstösse gegen die öffentliche Gesundheit begangen werden, und damit gleichzeitig als ein Zeichen der ungeheueren Schwierigkeit der der Behörde zufallenden Aufgabe der Überwachung mag noch eine Angabe eines Dr. C.[4]) Platz finden. Dieser berichtet, dass in Rouen die Bleikrankheit ausserordentlich verbreitet ist. Es giebt dort kaum einen Anstreicher, der sie nicht hat. Der Verfasser berichtet gleichzeitig, dass zur Bereitung des dort viel fabrizierten Apfelweins Obstpressen gebraucht werden, welche bei der Herstellung mit Bleifarben (Bleiweiss und Minium) angestrichen werden, so dass für eine Presse ein Gehalt von 188 metallischem Blei — geschrieben einhundert und achtundachtzig — herauskommt. Dr. C. meint nun, dass dort, wo der „cidre“ das allgemeine Getränk ist, die Anstreicher mehr leiden als anderswo, weil bei ihnen mit Hilfe der Säuren des Weines das etwa von ihnen aufgenommene Blei viel leichter in Lösung übergehe. Auch kann man sich nach dem oben Gesagten nicht wundern, dass in Rouen, trotz Fehlens von Bleiindustrieen die Bleivergiftung überaus häufig ist;

[1]) Vergl. Dammer, Chemisches Handwörterbuch.

[2]) Vergl. a. Albrecht, Die Krankheiten der Buchdrucker S. 234.

[3]) Annales d'hygiène, März 1888.

[4]) Dr. C., Contribution à l'étude du saturnisme à Rouen. Revue d'hygiène, Dezember 1890.

doch soll[1]) die Säure des Apfelweins nicht nur Metall-, sondern auch Krystallgefässe in kurzer Zeit angreifen können. Derselbe Autor teilt zwei Fälle von Bleivergiftung mit, welche dadurch entstanden, dass Leute beim Verzehren von Wildbraten Schrotkörner verschluckten, wobei wir an den Küster'schen Fall erinnert werden, der bei einem 1870 durch einen Schuss in den Tibiakopf verwundeten Manne 18 Jahre später Bleivergiftung auftreten sah und die Krankheit durch Ausmeisselung des Geschosses heilte. — Endlich gehört auch noch in diese Rubrik die Krankheit, welche man auf den Schiffen einige Zeit nach ihrer Abfahrt aus der Heimat, also oft in den Tropen, beobachtete und als „colique sèche tropicale" bezeichnete. Schliesslich entdeckten genauer zusehende Beobachter, dass die Tropen nichts mit der Krankheit zu thun hatten, sondern dass es sich um Bleivergiftung handelte, entstanden durch Trinken von Wasser, welches in Gefässen von stark bleihaltigem Zinn aufbewahrt worden war.

b) Das Kupfer erzeugt beim Verhüttungsprozess keine besonderen Krankheiten. Die dabei beobachteten krankhaften Störungen der Arbeiter beruhen auf dem Einfluss anderer dem Kupfer beigemengter Metalle, oder auf dem Auftreten flüchtiger Stoffe beim Röstprozess (schwefelige Säure).

Man hat nun auch von einer chronischen Kupfervergiftung gesprochen, dem Cuprismus oder Aeruginismus, welcher der Bleivergiftung ähnlich mit einer Kupferkolik verbunden vorkäme, bei der aber starke Durchfälle sich zeigten, während gleichzeitig ein purpurroter Zahnfleischsaum aufträte. Haut, Conjunctiva, Haare sollen sich dabei grünlich färben. Einen wirklich echten Fall einer derartigen Kupferkolik durch Aufnahme von Kupferstaub habe ich weder selbst gesehen, noch in der Litteratur gefunden. (Vom Giessfieber ist weiter unten die Rede.)

c) Das Aluminiummetall ist ungiftig. Auch Nickel- oder Kobaltvergiftungen sind nicht bekannt geworden.[2])

4. Hier haben wir noch den Tabakstaub zu besprechen, über dessen Schädlichkeit die Meinungen geteilt sind. Piasecki,[3]) Zoire de Lille,[4]) Poisson[5]) bestreiten jeden Einfluss, den nach anderen der Tabak auf das Nervensystem, bei den Frauen auf die Geschlechtsorgane (als Emmenagogum) ausüben soll. Die Aufnahme des Tabaks kann erfolgen durch den Staub, der sich beim Auseinandermachen und Säubern der Tabaksbündel, sowie bei der Fabrikation von Zigarren,. Zigaretten und Schnupftabak entwickelt,

[1]) Clouet, Recherches sur l'intoxication saturnine. 1874. — Dictionnaire de l'industrie et des arts industriels de Lami 1888, Article „cidre".

[2]) Kobalt-Nitrat soll sogar nach Antal ein absolut sicher wirkendes Gegenmittel gegen Cyankalium sein, indem es mit letzterem eine vollkommen unlösliche Verbindung eingeht. (Mitteilung in dem Ärzteverein in Budapest.)

[3]) Revue d'hygiène, November 1881.

[4]) Annales d'hygiène, März 1882.

[5]) ibid. November 1881.

durch die Ausdünstung des gährenden und in den Trockenräumen trocknenden Tabaks, endlich durch direkte Berührung mit der Haut. In letzterer Hinsicht erzählt Tardieu den sehr bemerkenswerten Fall, dass ein Mann, der, um zu defraudieren, Tabaksblätter auf der blossen Haut getragen, Vergiftungserscheinungen zeigte. Leichter Tabak (Maryland, Elsass) enthält 2 bis 3, schwererer 6 bis 8 % Nikotin. Daneben enthält der Tabak noch Nikotianin, 0,03 % eines flüchtigen, Schwindel und Brechen erregenden Öls, und ein empyreumatisches Öl. Durch die Bearbeitung verliert der Tabak bis $^2/_3$ seines Nikotingehalts.

Nachdem schon früher Delaunay, Bordier in Paris den Einfluss des Tabaks auf die weiblichen Geschlechtsorgane als vorhanden zugaben (häufige fausses couches bei den Arbeiterinnen, grosse Sterblichkeit ihrer Neugeborenen), hat neuerdings Rochs[1]) diese Verhältnisse untersucht und gefunden, dass, falls Tabakfabriken gut ventiliert sind, Arbeiter und Arbeiterinnen nichts zu erleiden haben, dass aber da, wo die Tabaksdünste eingeatmet werden müssen, thatsächlich sowohl Neuralgieen und motorische Störungen bemerkt werden, wie auch schwächliche, bleichsüchtige oder schwangere Frauen deutliche Störungen der Geschlechtsorgane erleiden.

So stellte auch Gilbert[2]) in der Société des hôpitaux in Paris einen 62jährigen Tabakarbeiter vor, der seit 40 Jahren in einer Tabakfabrik eine Arbeit verrichtet, bei der Hände und Arme fast beständig vom Tabakssaft bedeckt sind. Seit einem Jahre bildeten sich motorische und sensible Störungen an den Beinen aus, welche nach elektrischer Behandlung schwanden. Nach Wiederaufnahme der Arbeit traten neue Störungen unter dem Bilde der Hemiplegie mit Anaesthesie auf, die auch wieder schwanden. Mehrere andere Arbeiter sollten ähnliche Störungen haben. Dass, und ob mit Recht, Gilbert diese offenbar vom Einfluss des Tabaks abhängigen Störungen als „hystérie tabagique“ bezeichnet, weil die Störungen erstens ohne materielle Läsion entstehen und weil sie zweitens den gewöhnlichen Mitteln, wie die hysterischen Lähmungen, also z. B. dem elektrischen Strom, weichen, ist hier nicht zu erörtern.

Chapman[3]) beobachtete bei Tabakarbeitern in den ersten Tagen eine heftige Reaktion, nämlich Erbrechen, Durchfall, oft eine Art Kollaps.

[1]) Einfluss des Tabaks auf die Gesundheitsverhältnisse der Tabaksarbeiter mit besonderer Berücksichtigung der Ermeler'schen Fabrik. Vierteljahrsschrift für gerichtl. Med. und öffentl. Sanitätswesen Band L, 1889.

[2]) Société des hôpitaux de Paris, Séance de 11. octobre 1889 (s. Deut. Med.-Ztg. 1890, No. 2).

[3]) Die toxische Wirkung von Tabaksdampf. The med. and surg. Reporter LXV, 17, 1891.

Dann tritt allmählich eine Gewöhnung ein, bei manchen aber entsteht doch trotz der Toleranz eine langsame Abmagerung. Letztere soll dadurch zustande kommen, dass unter der Einwirkung des Tabaks die Sekretion des Magensaftes ab-, die Peristaltik der Magenmuskulatur zunimmt, also die unverdauten Speisen würden schneller in das Jejunum befördert. Ob dies eine wesentliche Magerkeit bedingen kann, ist doch recht fraglich, da die Darmverdauung immer noch vorhanden wäre. Chapman hält das nur in trockenen Tabaksblättern bisher nachgewiesene Nikotianin für die Ursache der Vergiftung.

Walicka[1]) untersuchte mehr als 1000 Arbeiter in 40 russischen Tabakfabriken und fand bei denselben als Symptome chronischer Tabaksvergiftung Mydriasis, Herzklopfen, Tremor, Dyspnoe, Steigerung der Reflexe, Kopfschmerzen, Schwindel, Gastralgie und Zuckungen in den Extremitäten.

Die von Zenker (1865) in einem Falle gesehene Tabakslunge, tabacosis pulmonum, tabakbraune Flecken, bedingt durch körnige Einlagerungen in das Gewebe, welches an den gefärbten Stellen atrophisch war, ist noch nicht wieder beschrieben worden. Ebensowenig hat einer der neueren Beobachter die von anderen bei Tabakarbeitern beobachtete bräunliche Hautverfärbung konstatieren können. Jedenfalls aber liegt genug Beobachtungsmaterial vor, um den Einfluss des Tabaks als den eines Giftes festgestellt anzusehen, und wenn wir uns die bekannten mit dem Tabakspfeifensaft zustande gekommenen Vergiftungen[2]) in das Gedächtnis zurückrufen und uns andererseits an die Gewöhnungsperiode, die in die Fabrik neu eintretende Arbeiter durchmachen müssen, erinnern, so müssen wir die giftige Wirkung der Tabaksarbeit zugeben und verlangen, dass die Ventilation in Tabakfabriken, da, wo dies noch nicht der Fall, dementsprechend eingerichtet und unterhalten werde.

F. Gesundheitsschädigung durch Einatmen gasförmiger Produkte.

Die Fluorwasserstoffsäure, FlH, übt eine der Salzsäure ähnliche Wirkung aus, d. h. beide Säuren reizen die Schleimhaut der Atemwege auf das schärfste und erzeugen katarrhalische, d. h. mit starker Blutüberfüllung verbundene, zuweilen auch kruppöse, d. h. mit Bildung

[1]) Kobert a. a. O. S. 621.

[2]) Ein Beispiel: Einem Knechte gaben seine Freunde, die ihn betrunken gemacht hatten, Bier zu trinken, in welches sie den Saft aus ihren Pfeifen gegossen hatten. Der Mann starb innerhalb weniger Stunden an Nikotinvergiftung.

eines faserstoffigen Produktes komplizierte Störungen. So zogen sich früher die Glasarbeiter Erkrankungen der Respirationsorgane zu, als sie sich der Flusssäure bedienen mussten, um Glassachen die verzierenden Muster aufzuätzen. Es sei hier gleich bemerkt, dass die Flusssäure auch an den Händen schmerzhafte Geschwüre, sowie Augenbindehautentzündungen hervorrufen kann. Dennoch riet Bergeron Inhalationen von FlH gegen Tuberkulose in Form von Inhalationen an und gab an, dass man bis täglich 400 g davon inhalieren könne. Kobert warnt hiervor und weist auf die Thatsache hin, dass ein Mann, der 15 g FlH trank, zu Grunde ging.

Chlorwasserstoffsäure reizt bei fortgesetzter Einatmung auch nur geringer Mengen ausserordentlich heftig. Bei starkem Husten entsteht im Halse ein heftiges zusammenschnürendes Gefühl, Einatmen konzentrierter Dämpfe hat rasche Bewusstlosigkeit und den Tod zur Folge. Dass die Leute, welche dauernd auch nur kleine Mengen von Salzsäuredämpfen einatmen, anämisch werden und abmagern, kann nicht Wunder nehmen, da ja der normale Gaswechsel in den Lungen erheblich behindert wird.

Zu den Arbeitern, welche der Einatmung von Salzsäure ausgesetzt sind, gehören u. a. die Chlorbleicher in den Papierfabriken, die Kattundrucker, da sich bei der Bereitung der Farben Salzsäure aus salzsaurem Anilin entwickelt, Salzsäuredämpfe entstehen ferner in der Kunstwollindustrie bei der Bereitung der Extraktwolle durch Salzsäuregase, d. h. bei Vernichtung der Pflanzenfaser in Woll- und Baumwollgemengen durch die Säure, wobei das schädliche Moment allerdings mehr in dem der rohen Salzsäure anhaftenden Arsenchlorür als in der rohen Säure selbst liegen soll. Beim Bleichen der Zeuge setzte man Chlorkalk in wässeriger Lösung und demnächst Schwefelsäure zu, so dass Chlor frei wurde. Doch soll dies Verfahren der zu grossen Belästigung der Arbeiter wegen aufgegeben sein. Ebenso tritt beim Schwarzfärben der Baumwolle infolge der Einwirkung der Salzsäure auf chlorsaures Kali freies Chlor auf, welches wiederum die Arbeiter in höchstem Grade belästigt. Auch beim Glasieren von Thonwaren mittels Kochsalz (welches gegen Ende des Brennprozesses direkt in den Ofen geworfen wird), bei Herstellung von künstlichem Dünger, bei Fabrikation von Antimonchlorür und in noch vielen anderen Industriebetrieben tritt die Salzsäure uns entgegen.

Dass Salzsäuredämpfe ein uneinatembares Gas sind, weiss wohl ein jeder; von welchem Gehalt an Salzsäure an die Luft unatembar wird, bis zu welchem Punkt der Mensch einen Salzsäuregehalt der Luft ohne Schaden ertragen kann, das wissen wir weniger. Die tötliche Dosis beim Einnehmen der Salzsäure beträgt nach Kobert 10 g, Pflanzen welken aber schon in einer Luft, welche $^1/_{20000}$ Salzsäuregas enthält.

Hirt hat die Grenze, bis zu welcher die Luft mit Salzsäuregas verunreinigt sein kann, berechnet, hat aber nach Lehmann,[1]) dessen Ver-

[1]) Experimentelle Studien über den Einfluss technisch und hygienisch wichtiger Gase und Dämpfe auf den Organismus. Archiv für Hygiene 1892, 1893, 1894.

suche mit der ganzen Sorgfalt, Genauigkeit und Objektivität ausgeführt sind, welche alle Arbeiten dieses Forschers auszeichnen, einen etwa 50mal zu hohen Wert angegeben, indem Lehmann die Menge, welche ein erwachsener Mann ertrug, nur auf 0,05 $^0/_{00}$ angiebt. Höhere Dosen von Salzsäure wirken eingeatmet nach Lehmann sehr heftig. Tiere, welche in einer 0,3 bis 0,6 Salzsäuregas haltenden Atmosphäre atmeten, wurden soporös, es entstand Bindehautentzündung und Hornhauttrübung (welche fortblieb, wenn man durch Vernähen der Lider dauernden Lidverschluss herstellte), Reizung der Schleimhaut der Atemwege, Schleimhautrasseln, Hyperaemie der Lungen, Ekchymosen, dann entsteht eine pneumonieartige Anschoppung, bei der eine haemorrhagische Luftröhrenentzündung niemals fehlen wird. Dass dabei auch der Magen leidet, hat schon Hirt hervorgehoben, allerdings ist dieser geneigt, bei den chlorwasserstoffsaure Dämpfe einatmenden Arbeitern den Grund der Magenleiden mehr darin zu suchen, dass die Leute viel Wasser tranken, welches infolge von längerem Stehen im Arbeitsraum chlorwasserstoffsaure Dämpfe kondensiert hatte. Eine derartige Einrichtung kommt heute wohl nicht mehr vor.

Die schweflige Säure, SO_2, wirkt eingeatmet einmal dadurch giftig, dass sie sich in Schwefelsäure umsetzt und somit wie alle Mineralsäuren durch Temperaturerhöhung, Wasserentziehung und Eiweissumwandlung, je nach der Konzentration, die sie erreichen kann, ausserordentlich zerstörend wirkt, andererseits wirkt sie teils reflektorisch, teils durch Ansäuerung und Zersetzung des Blutes (Kobert). Durch die starke Reizung der Atemwege kann es zu Blutauswurf und auch schliesslich zur Entzündung des Gewebes kommen.

Auch hier hat Hirt als Grenze, welche der Mensch ertragen kann, zu grosse Werte angegeben. Hirt glaubte, dass Arbeiter eine Beimengung von 1,2 $^0/_0$, höchstens 3 $^0/_0$, ausnahmsweise bis 7 $^0/_0$ schwefliger Säure zu ertragen vermöchten, ja, in einem Raume, wo nicht dauernd gearbeitet wurde, sollten — also vorübergehend — 15 $^0/_0$ ertragen werden. Nach Ogata und Lehmann ist aber eine Beimengung von 0,5 bis 0,7 $^0/_{00}$ für Kaninchen und Meerschweinchen schon sehr bedenklich, und ist von der Toleranzgrenze, die Hirt angegeben, auch für den Menschen nach Lehmann's Versuchen etwa der $^1/_{200}$ bis $^1/_{150}$ Teil als ertragbar anzunehmen.

Die schweflige Säure tritt auf beim Röstprozess der Erze, sowohl beim Aufgeben der Schwefelkiese als beim Ausziehen der Abbrände. Durch verbesserte Ofenkonstruktionen muss man die Leute vor der Einwirkung der Säure schützen. Um noch einige Beispiele anzuführen, begegnen wir der schwefligen Säure bei den Hopfenschwefeldarren, auf denen der Hopfen zu seiner Konservierung geschwefelt wird, was übrigens ausser zur Schädigung der Arbeiter, wie überall, wo schweflige Säure

entweicht, zur schweren Benachteiligung der Vegetation der Umgebung gereichen kann, wovon hier nicht die Rede ist. Wird ferner durch gasförmige schweflige Säure die Wolle gebleicht, so kann beim Herausnehmen der gebleichten Stoffe aus den Bleichkammern sehr viel schweflige Säure ausströmen, weshalb man vorher die Säure absaugen muss. Auch zum Bleichen des Holzstoffes in der Papierfabrikation wird schweflige Säure gebraucht, sie entsteht massenhaft bei der Fabrikation der Nordhäuserschwefelsäure, und so begegnet sie uns hundertfach in der Industrie, überall gleich lästig und überall gleich gebieterisch ihre Bekämpfung und Unschädlichmachung erheischend.

Schwefelwasserstoff, H_2S, ist sowohl ein örtlich reizendes Gift, als auch ein Nerven- und ein Blutgift. Nach Lehmann führt ein Gehalt der Atemluft von 0,07 bis 0,08 % an Schwefelwasserstoff schon zu schwerer Erkrankung, und ein Gehalt von 0,1 bis 0,15 % rasch zum Tode. Beim Einatmen entstehen sofort Augenschmerzen, Nasenkatarrh, Atemnot, Husten, Schwindelgefühl, Kopfschmerz u. s. w. Dauert die Vergiftung länger, so wird die Lunge ödematös (Lehmann). Bei Leichen der an Schwefelwasserstoffvergiftung Verstorbenen ist oft das Gehirn, auch der Körper und das Blut grün verfärbt. Auf das Blut wirkt Schwefelwasserstoff reduzierend, indem er das Oxyhaemoglobin zersetzt und Schwefelmethaemoglobin bildet.

Die Vergiftungen mit H_2S kommen meist vor bei Entleerung von Latrinen, Mistgruben und dergleichen, wo man sich aber klar machen muss, dass auch noch andere deletäre Gase vorhanden sind, so Kohlensäure und Ammoniak, und dass eine Beimengung von wenigen Prozent H_2S genügt, um einen blitzschnellen Tod herbeizuführen. — Auch in der Zündholzindustrie begegnet uns H_2S; so erhält eine Art Zündhölzchen einen silberglänzenden „metallisierten" Kopf. Dieser Silberglanz wird durch Entwickelung von H_2S gebildet, der sich mit dem in der Zündmasse vorhandenen Blei zu Schwefelblei verbindet (Popper), wobei natürlich durch die strengste Vorsicht der Einatmung auch nur kleinster Mengen dieses Giftstoffes vorgebeugt werden muss.

Chlorschwefel, S_2Cl_2, wird in Gummifabriken dem Schwefelkohlenstoff bis zu 1 % zugesetzt. Nach Lehmann's Versuchen[1]) ist der Zusatz von Chlorschwefel hygienisch belanglos.

Ammoniak, H_3N, wird bei der Eisfabrikation gebraucht, entsteht als Nebenprodukt bei der Leuchtgaserzeugung und wird vielfach in der Industrie, so in Bleichereien, in Farbenfabriken (z. B. zur Extraktion der Farbstoffe aus der Orseilleflechte und aus der Cochenille), Zeugdruckereien (in Form von Farbenmischungen, die mit H_3N übersättigt sind) u. s. w. verwendet. Bei der Eisfabrikation kann Ammoniak durch undichte Rohrleitungen ausströmen, Leuchtgas, ungereinigt, enthält 1 % Ammoniak. Wird Ammoniak eingeatmet, so kommt es (nach Lehmann, dessen Arbeit wir hier ausschliesslich folgen) zur Anätzung der Schleimhäute der Luftwege, d. h. in diesem Falle der Mund-, Zungen-, Nasen-, Rachen-, Kehl-

[1]) Archiv f. Hyg. Bd. XX, Heft 1.

kopf-, Luftröhren- und Bronchialschleimhaut. Der Kehldeckel schwillt ödematös an, die Stimmbänder ebenfalls, in der Schleimhaut können Blutungen auftreten, und rasch zeigen sich fibrinöse Auflagerungen. Dabei tritt partielles Emphysem auf, so zwar, dass neben geblähten Alveolen sich kollabierte finden. Bei längerer Einwirkung soll eine eitrige Bronchitis sich entwickeln können. Die Conjunctiva wird schwer gereizt. (Die „ophtalmie des vidangeurs“ in Frankreich entsteht auf diese Weise.) Auch bezüglich des Ammoniak haben die bisherigen Beobachter (Hirt etwa 80fach) zu hohe Zahlen angegeben. Nach Lehmann liegt die Grenze der Toleranz eines Ammoniakgehalts der Luft für den Menschen bei 0,07 bis 0,11 $^0/_0$; ein Gehalt von 0,3 bis 0,5 $^0/_0$ kann bei Gewöhnung ertragen werden, aber über 0,5 $^0/_0$ hinaus ist ein Ertragen auf die Dauer unmöglich.

Salpetersäure, HNO_3, welche zur Darstellung der Schwefelsäure, des Nitrobenzols, der Nitrozellulose, des Nitroglyzerins, zum Vergolden und zum Ätzen von Kupfer u. s. w. gebraucht wird, übt eine sehr starke Wirkung aus, indem sie das Eiweiss gerinnen macht. Salpetrige Säure, HNO_2, bedingt Methaemoglobinbildung, Erweiterung der Gefässe und Lähmung des Zentralnervensystems (Kobert). Es wurde oft beobachtet, so auch beim Ausräumen von Bleikammern, wo beim Aufreissen des am Fussboden liegenden Bleisulfats grosse Mengen salpetriger Säure in die Atemluft übergingen (Popper), dass die Leute erst gar nichts fühlten, als sie die giftigen Dämpfe einatmeten, und dann plötzlich nach mehreren Stunden zusammenbrachen und zu Grunde gingen. Man muss daher derartige Bleikammern erst 14 Tage nach dem Ausserdienstsetzen betreten lassen, die vorhandene Säure durch Löcher am Fussboden ablassen und auch dann noch die Arbeit von aussen her mit langgestielten Krücken ausführen lassen.

Bei der Darstellung des jetzt üblichen rauchlosen Blättchenpulvers muss zuerst Baumwolle nitriert werden. In den Nitriertöpfen entwickeln sich nun die in unangenehmster Weise auf die Atmungsorgane stechend-reizend einwirkenden niedrigeren Salpetersäuren. Man muss die Arbeiter durch vorgebundene, in Alkalien getauchte Schwämme schützen und sie möglichst oft bei der Arbeit abwechseln lassen.

Der weisse oder gelbe Phosphor,[1]) 1669 von dem Alchemisten Brand in Hamburg entdeckt, wurde 1769 durch Scheele in Schweden aus Knochen dargestellt. Nachdem die Knochen hoch im Preise gestiegen, stellt man den Phosphor auch aus den phosphorhaltigen Mineralien (dem Apatit z. B., der aus 45 bis 50 $^0/_0$ Phosphorsäure besteht) dar. Es inter-

[1]) φωσφόρος Lichtträger, weil er im Dunkeln leuchtet.

essiert uns die Fabrikation weniger, da Deutschland Phosphorfabriken nicht besitzt, sondern den Phosphor fast nur aus Russland bezieht. Kobert schätzt die Weltproduktion an Phosphor auf jährlich 40000 Doppelzentner. Wohl aber ist die Verarbeitung des Phophors für uns in hohem Grade wichtig, sobald es sich um den giftigen gelben Phosphor handelt, der leider immer noch nicht ganz aus der Industrie geschwunden ist. Wir haben es dabei nur mit der chronischen Phosphorvergiftung zu thun, welche mit der Fabrikation der Zündhölzchen eng zusammenhängt. Letztere wurden 1832 zuerst in Wien hergestellt, aber erst 1843 entdeckte Lorinser-Wien den eigenartigen Zusammenhang des schon seit 1837 beobachteten „Kiefernbrandes“ mit der Einatmung der Phosphordämpfe in den Phosphorfabriken. Daher ist das Leiden seitdem unter dem Namen Phosphornekrose bekannt und heute — es ist erfreulich, dies sofort hinzufügen zu können — ganz ausserordentlich selten geworden, während nach Hirt früher etwa 11 bis 12 % der Phosphorarbeiter daran litten. Die Hälfte der Erkrankten lieferten die Arbeiter, welche die trockene Ware aus den Tunkrahmen nahmen und verpackten; nächstdem litten die, welche die Zündmasse (aus Phosphor, Bleinitrat und Bleisuperoxyd mit warmer Leimlösung als Bindemittel) bereiteten und die Hölzchen eintauchten und trockneten, am meisten (Popper).

Da man den schädlichen Einfluss der Phosphordämpfe nicht kannte, so war in den Fabrikräumen, da der meiste Phosphor schon beim Liegen an der Luft verdampft, die Luft mit den knoblauchartig riechenden Dämpfen angefüllt. Es entstand nun, meist bei Arbeitern mit kariösen Zähnen und häufiger am Ober- als am Unterkiefer, zuerst unter Anschwellung des Zahnfleisches heftiger Zahnschmerz, der zum Ausziehen des Zahnes den Anlass gab; in der Alveole fand sich Eiter. Nun schritt die eitrige Entzündung weiter, hob das Periost von dem Kiefer ab, lockerte die Zähne, welche ausfielen, und führte schliesslich zur Bildung einer sogenannten Totenlade, welche den alten Kieferknochen als Sequester umfasste. Letzterer musste dann wie gewöhnlich, durch Eröffnung der Totenlade, extrahiert werden. Häufig durchbrach auch die Eiterung die Wange, bildete am Halse tiefe Senkungsabscesse, kurz, falls die Leute geheilt wurden, waren sie häufig schwer entstellt, oft aber gingen sie infolge der langen profusen Eiterung und dadurch erzeugter amyloider Degeneration der Unterleibsorgane an tiefer Erschöpfung zu Grunde. Auf welche Weise durch die Einwirkung der Phosphordämpfe die starke Eiterung der Knochen zustande kommt, ist noch nicht recht klar.

Einen Umschwung in den Verhältnissen der Zündholzfabriken brachte die Verallgemeinerung des Gebrauchs der von einem Deutschen, Namens Böttger (1852), erfundenen sogenannten schwedischen Zündhölzchen zu-

wege. Diese enthalten gar keinen Phosphor, sondern einen Kopf aus einer Mischung von chlorsaurem Kalium mit einem chromsauren Salze, während amorpher Phosphor an der Reibfläche sitzt, an welcher man das Zündholz anreibt. Die Übertragung des Feuers auf das Hölzchen geschieht nicht mehr vermittels des Schwefels, sondern durch Imprägnierung des Holzes mit Paraffin.

Der rote oder amorphe Phosphor ist 1845 von Schrötter in Wien entdeckt; er ist ungiftig, muss aber aus dem gelben Phosphor, und zwar durch Erhitzen des letzteren in sauerstofffreiem Raume auf 270°, gewonnen werden. Also geht der Darstellung des roten Phosphors immer die des weissen voraus. Dennoch ist in der eigentlichen Phosphorfabrikation durch Verbesserung der Herstellungsmethoden die Phosphornekrose verschwunden. So berichtet Cazeneuve,[1]) dass in der Phosphorfabrik der Herren Coignet (welche in Paris und Lyon ihre Werkstätten haben), der einzigen Frankreichs, früher der unter Wasser aufgefangene Phosphor von den Arbeitern mit dem Munde in Glasröhren bis fast ganz nach oben aufgesaugt wurde; dann schloss der Arbeiter die Röhre mit dem Finger und legte sie in kaltes Wasser, in dem man dann nach dem Erkalten aus der Röhre den handelsfertigen festen Phosphorstab herausbrachte. Dabei entstand fast notwendiger Weise Phosphornekrose; nachdem heute ein anderes Verfahren eingeführt ist, wobei der Phosphor jetzt auch unter Wasser erhärtet, ist die Nekrose vollkommen geschwunden, da durch Einführung besserer Retorten auch bei der Phosphorgewinnung Dämpfe nicht mehr auftreten.

In den Zündhölzchenfabriken ist die Phosphornekrose mindestens viel seltener geworden. Man sollte aber, wie man in der Schweiz gethan, die Verwendung des gelben Phosphors überhaupt verbieten. Man würde damit auch eine beliebte Giftquelle für Mord und Selbstmord verstopfen. Da die kleinste letale Dosis gelben Phosphors für den Menschen 0,05 g beträgt und ein Zündholz etwa 0,003 bis 0,005 g Phosphor enthält, so genügen unter Umständen 16 Zündhölzchen zur Vergiftung eines Erwachsenen (Kobert). Die Schweiz will aus hygienischen Gründen das Zündholzmonopol mit Ausschluss des weissen Phosphors einführen; in Frankreich haben die Académie de médecine in ihrer Sitzung vom 27. November 1888, der Conseil de salubrité de la Seine, das Comité d'hygiène de France einstimmig das Verbot des weissen Phosphors in der Zündhölzerfabrikation gefordert, welches in Dänemark seit 17 Jahren besteht. Auch die Thatsache, dass, wenn auch aus finanziellen Gründen, die Zündhölzchenindustrie in vielen Staaten, so in Frankreich, Griechen-

[1]) Annales d'hygiène, April 1889.

land, Rumänien, Serbien, denen Italien und Portugal folgen werden, monopolisiert worden ist, hat zur Verringerung der Phosphornekrose beigetragen, welche in Deutschland, einesteils wegen der Einschränkung des Gebrauchs der mit weissem Phosphor hergestellten Zündhölzchen, sodann auch dank der staatlichen Fabrikaufsicht alljährlich nur höchstens noch vereinzelte Opfer fordert.

Kobert[1]) macht übrigens darauf aufmerksam, dass der amorphe Phosphor sich in feuchter Luft allmählich ebenso verändert wie der weisse Phosphor, auch gelang es Nasse, bei Tieren durch Einführung von amorphem Phosphor tötliche Vergiftung zu erzeugen, und endlich weist Kobert auf einen Fall von Lauenstein hin, der bei einem Manne, welcher 17 Jahre lang „Zündhölzchen mit amorphem Phosphor" verpackt hatte, Kiefernekrose beobachtete. Richtiger müsste es wohl heissen: welcher „Zündhölzchen in Schachteln mit Reibflächen von amorphem Phosphor" verpackte.

Hiernach wäre der amorphe Phosphor, per os eingeführt, nur deshalb nicht giftig, weil er nicht genügend Zeit hat, im Körper zur Wirkung zu gelangen. Im allgemeinen mahnen diese Thatsachen, nicht zu sorglos auf die Ungiftigkeit des roten Phosphors zu bauen. Nach wie vor ventiliere man die Zündholzfabriken, mag mit gelbem oder rotem Phosphor gearbeitet werden, man stelle bei der Hantierung mit dem Phosphor keine Arbeiter mit kariösen Zähnen an und lasse auch in der Arbeit einen Wechsel eintreten. Dass die grösste Reinlichkeit (Waschen der Hände vor jeder Mahlzeit, Essen in anderen als den Fabrikräumen u. s. w.) notwendig ist, liegt auf der Hand.

Es ist dies um so mehr durchzuführen, als man in nur mit rotem Phosphor arbeitenden Fabriken ein zur Kachexie führendes Allgemeinleiden mit chronischen bronchitischen und dyspeptischen Erscheinungen beobachtete, welches durch Einführung von chlorsaurem Kalium in den Organismus, und zwar wohl nur infolge Unreinlichkeit der Hände beim Essen entstand.[2])

In Fabriken, in denen gelber Phosphor verarbeitet wird, könnte man den Arbeitern als Mundspülwasser eine Kalium hypermanganicum-Lösung geben, welche die etwa auf dieselbe Weise, wie oben erwähnt, in den Mund gelangten Teile des Phosphors durch Umwandlung in Phosphorsäure unschädlich machte.[3])

[1]) a. a. O. S. 419.

[2]) Ris, Die gesundheitliche Bedeutung der Zündholzfabrikation. Wien. klin. Wochenschr. 1892, No. 42.

[3]) Erdös, Die Anwendung des Kalium hypermanganicum bei akuter Phosphorvergiftung. Pest. med. chir. Presse 1892, No. 41.

Bei der akuten Phosphorvergiftung nahm man bisher an, dass nach Einführung toxischer Dosen infolge des allgemeinen Eiweisszerfalles zuerst massenhaft rote Blutkörperchen zerfielen, aus denen sich eine sehr dickflüssige, schwer in die Gallenwege übertretende und daher zu einem sehr schweren Icterus führende Galle bildet. Ausserdem trat Fettdegeneration und Fettinfiltration der Leber und Fettdegeneration des Herzens und der Nieren auf. Demgegenüber hat v. Jaksch[1]) in zwei Fällen ausser der auch sonst konstatierten verringerten Alkaleszenz des Blutes und bei normalem Eiweissgehalt desselben eine vorübergehende Vermehrung der roten Blutkörperchen bei Phosphorvergiftung konstatiert. So zählte man bei dem einen Vergifteten am ersten Tage 4300000 rote Blutkörperchen im Kubikmillimeter, am dritten Tage, bei schon ausgesprochener Vergiftung, zählte man 7700000, am vierten 8250000 rote Blutkörperchen im Kubikmillimeter.

Arsen ist in der Natur als Scherbenkobalt ziemlich verbreitet. In der Industrie wird es einerseits direkt verarbeitet, andererseits ist es in höchst lästiger Weise anderem zu verarbeitenden Material beigemengt, und muss daher mit ihm gerechnet werden.

So wurden[2]) früher in der Kattundruckerei so grosse Mengen von weissem Arsenik zu Beizen oder als Ätzfarbe verwendet, dass sich im Staub der Druckstuben fast 3 ‰ wasserfreier Arseniksäure vorfand. Während noch vor einigen Jahren ein Gehalt der Farben von 5 % arsensauren Natrons, welches beim Druck mit Anilinfarben verwendet wird, nicht selten war, ist heute der Arsengehalt der Farben infolge verbesserter Methoden ein minimaler. Immerhin kann aber das Gift durch Verstäuben an die Hände, in den Mund und von dort aus schliesslich in den Magen gelangen, letzteres namentlich, wenn — die immer wiederkehrende und noch zu oft unerfüllte Bedingung — die Arbeiter im Fabrikraume, ohne zuvor die Hände zu reinigen, essen. Heinzerling[3]) schlägt vor, das arsenigsaure Natrium oder Kalium durch die unschädliche amorphe Kieselsäure zu ersetzen.

Auch in der Türkischrotfärberei werden jetzt an Stelle des arsenigsauren Natriums, welches seinerseits an die Stelle des Kuhkotbades getreten war, zum Fixieren der Teerfarbstoffe nur unschädliche Gerbstoffe verwendet, und ebenso sind die früher in der Zeugdruckerei gebrauchten Opermentküpen (Auripigment, As_2S_3, Arsentrisulfid) durch einfachere und unschädliche Stoffe verdrängt. In der Weissgerberei benutzt man zum Enthaaren der Felle Auripigment mit Kalk vermischt, doch sind hierbei die Arbeiter weniger gefährdet; die Hauptsache hierbei ist vom gesundheitlichen Standpunkte aus der Verbleib der arsenhaltigen Abwässer, welche natürlich erst nach der Reinigung in öffentliche Wasserläufe abgelassen werden dürfen.

Auch bei Darstellung von Fuchsin kommen Arsenvergiftungen vor, indem man Anilin mit Arsensäure auf 190° erhitzt, die Rohschmelze pulverisiert und den Farbstoff

[1]) v. Jaksch, Beitrag zur akuten Phosphorvergiftung des Menschen. Deut. med. Wochenschr. 1893, No. 1.

[2]) s. Schuler und Burckhardt S. 115.

[3]) a. a. O. Bd. I, S. 224.

auszieht. Da man aber heute das Anilin nur noch aus Nitrobenzol mit Eisenfeile und Essig- und Salzsäure entwickelt, können wir diesen Punkt übergehen.

Die in den Messingfabriken beschäftigten Arbeiter haben zuweilen neben schwefel- und salpetersauren Dämpfen Arsenik einzuatmen.

Ganz ausserordentlich giftig ist der Arsenwasserstoff, AsH_3, der zuweilen bei der Entwickelung von Wasserstoff als höchst unwillkommenes Nebenprodukt erscheint — dann nämlich, wenn man den Wasserstoff aus unreiner, d. h. arsenhaltiger Salz- oder Schwefelsäure und aus Zink entwickelt, welches ebenfalls oft arsenhaltig ist. Da schon kleinste Mengen von Arsenwasserstoff zur tötlichen Vergiftung genügen, so ist höchste Vorsicht geboten.

So sassen einst zwei Leute in der Nähe des wasserstoffentwickelnden Apparates zur Luftballonfüllung und nähten Stoffe für einen anderen Ballon zusammen. Da der Apparat nicht vollkommen dicht war, entwich Wasserstoffgas, und die mit diesem entweichende geringe Menge von Arsenwasserstoff genügte, um die beiden Leute tötlich zu vergiften. Auch Bleilöter, die sich eines Wasserstoffgebläses bedienen, sind oft erkrankt, was man dem Blei zur Last legte. Es handelt sich aber in solchen Fällen auch wohl nur um Arsenwasserstoff. Man sollte zur Darstellung von Wasserstoff daher nur arsenfreie Schwefelsäure und Eisen benutzen, oder aber man lege vor den Apparat eine Waschflasche mit einer ammoniakalischen Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, in der das Arsen sich als Arsenkupfer niederschlägt und reiner Wasserstoff übergeht.

Überhaupt sollte man das Arsen noch schärfer als bisher verfolgen, soweit es in gewerblichen Erzeugnissen noch vorkommt, da es nicht nur die Produzenten, sondern auch die Konsumenten schädigt. Deutschland ist den anderen Ländern mit gutem Beispiel vorangegangen und hat durch Reichsgesetz (5. Juli 1887) nicht nur verboten, arsenhaltige Farben zur Herstellung von Tapeten, von Möbelstoffen, Kleiderstoffen u. s. w. zu verwenden, sondern auch auf diese Weise hergestellte Stoffe in den Verkehr zu bringen. Wie kann aber solch ein Gesetz kontrolliert werden? Wie leicht können vom Ausland importierte Waren, die dem Gesetz nicht entsprechen, an den Mann gebracht werden? Und wie viel gewerbliche Erzeugnisse noch mit Arsen hergestellt werden, beweist ein Aufsatz von Gram,[1]) nach dem in 412 im Laufe zweier Jahre auf Arsenik untersuchten Proben 22 %, nämlich 91, Arsenik enthielten, und zwar enthielten von 186 Tapeten 26 Arsenik, 19 nur in Spuren, die also auf Verwendung mit Arsen verunreinigten Materials, nicht aber auf beabsichtigten Zusatz hindeuten. Von 64 Tapetenborten enthielten 30 Arsenik, 14 Spuren; von 78 Zeugstoffen waren 17, von 17 künstlichen Blumensorten 3, von 50 grünen Lichten 15 arsenhaltig. Yvon[2]) fand in grünen Siegelmarken Arsenik, und zwar in jeder Marke etwa 0,006 arsenige Säure.

Die Zeichen der akuten Arsenvergiftung sind Gefühl des Zusammenschnürens des Schlundes, starker Durst, Erbrechen, Trockenheit im Halse, Schlingbeschwerden, heftige Schmerzen im Leibe, Durchfälle, Stuhlzwang. Dazu gesellen sich Kopfweh, Schwindel, Gliederschmerz, Schnupfen, Heiserkeit, Augenbindehautentzündung und Hautausschläge.

[1]) Resultate der Untersuchungen auf Arsenik in Tapeten, Zeugstoffen, künstlichen Blumen, Blättern u. s. w. Hospitalstidende Bd. 9, S. 655.

[2]) Revue d'hygiène, August 1882.

Die chronische Arsenvergiftung charakterisiert sich durch Kopfschmerz, Trockenheit in Mund und Schlund, Appetitmangel, Blutbrechen, Schlaflosigkeit, durch das Gefühl von Schwäche und durch nervöse Störungen im Bewegungsapparat und in den Gefühlsnerven.

Der Kohlenstoff tritt uns zunächst in der Kohle entgegen, von der oben bereits die Rede gewesen ist. Eine Industrie, in welcher die Kohle die Hauptrolle spielte, die Pulverfabrikation, d. h., wie es der heutigen Technik nach heissen muss, die Schwarzpulverfabrikation, ist durch die im ganzen ungefährlichere Blättchenpulverfabrikation ersetzt.

Von den Verbindungen des Kohlenstoffs haben wir zunächst die Kohlensäure, CO_2, zu erwähnen. Dieselbe ist ein Gas, welches den Menschen, wenn in irgend erheblicher Menge eingeatmet, krank macht. Schon ein Gehalt von 10 % genügt hierzu. Bei einem Gehalt der Atemluft von 25 bis 30 % an Kohlensäure tritt Bewusstlosigkeit und verlangsamte Atmung auf, bei 50 % erscheinen Krämpfe, bei noch höherem Gehalt erfolgt Erstickung.

Es ist bekannt, dass Kohlensäure sich in Gärkellern, in denen keine Ventilation statthat, massenhaft ansammelt, so dass ein Betreten eines solchen kohlensäurehaltigen Raumes den augenblicklichen Tod herbeiführen kann, die Einatmung von grossen Mengen von Kohlensäure den Gasaustausch in der Lunge schroff aufhören macht. Auch in Malzkellern kommt ein Gleiches vor, in Kartoffelgruben, Rübengruben, in alten Brunnenschachten, Zisternen u. s. w. Eulenberg verlangt, dass stets vorher geprüft werde, ob ein Licht in dem Raume brennen kann oder nicht; da ein Licht im Durchschnitt in einer Luft mit einem Kohlensäuregehalt von 2,83 Vol. % erlischt, so kann man mit absoluter Sicherheit einen Raum, in welchem ein Licht brennt, betreten. In den Bergwerken bestehen die bösen, stickenden Wetter aus Kohlensäure, wie auch der sogenannte Nachschwaden der schlagenden Wetter nichts anderes als Kohlensäure ist, während bei den brandigen Wettern das Kohlenoxyd vorwiegt.

Kohlensäure wird bei einem Druck von 36 Atmosphären flüssig. Hierauf hat sich eine grosse Industrie begründet, indem flüssige Kohlensäure zur Herstellung von Luftdruck fabrikmässig dargestellt und in eisernen Flaschen geliefert wird. Unglücksfälle bei dieser Industrie sind mir bisher nicht bekannt geworden. Selbst wenn einmal eine derartige eiserne Flasche platzte, so würde die Kohlensäure durch ihre eigene Verdunstungskälte sofort zu einem Schnee erstarren, also nicht etwa sofort den Raum mit gasförmiger Kohlensäure anfüllen, wobei auch noch die Schwere des Gases in Betracht käme.

Das Kohlenoxyd, CO, spielt eine grosse Rolle. Es entwickelt sich z. B. beim Verhütten der Erze, dort gemischt mit Kohlensäure, schwefliger Säure u. s. w., wird aber, besonders seit Einführung der Siemens'schen Regeneratoren mit Gasfeuerung mit den anderen Gichtgasen aufgefangen und zur Feuerung benutzt. Hierbei kann Kohlenoxyd aus undichten Röhren, in denen die Gase vom Auffangorte zur Benutzungsstelle hingeleitet werden, entweichen, worauf natürlich zu achten ist.

Auch beim Bessemerprozess der Stahlfabrikation wird Kohlenoxyd entwickelt, so dass auch dabei schon Todesfälle beobachtet wurden (Eulenberg).

Auch die Minenkrankheit beruht auf Kohlenoxydentwickelung, und ebenso ist nur das Kohlenoxyd die Ursache der in England in Kohlengruben (Garswood) seit Verwendung des Roburit zu Sprengungen beobachteten Gesundheitsstörungen der Kohlenbergwerkarbeiter. Die letzteren behaupteten, seit Einführung des Roburit vielfach an heftigsten Kopfschmerzen zu leiden, verlangten die Abschaffung des neuen Sprengmittels und legten, als ihnen nicht gewillfahrt wurde, die Arbeit nieder. Die Gesellschaft setzte eine Kommission zur Untersuchung der Sache nieder, welche entschied, dass das aus (Meta-) Dinitrobenzol, Chloronitrobenzol und salpetersaurem Ammoniak bestehende Roburit eminent giftig sei und dass beim Transport Teilchen desselben verstreut seien, sich dem Staub in den Minengängen beigemischt haben und daher den Leuten schaden. Die Hauptsache liege aber darin, dass sich beim Gebrauch des Roburits in kohlenstaubhaltigen Gängen Kohlenoxyd entwickele. Man empfahl daher Verwendung des Roburit nur in festen, absolut dichten Patronen, gehörige Ventilation der Galerieen und Abwarten eines gehörigen Wetterwechsels nach vorgenommener Schiessarbeit, ehe man wieder den betreffenden Gang betritt.

Noch eine Kohlenstoffverbindung gehört hierher, welche in der Technik eine früher ungeahnte Bedeutung erlangt hat, der Schwefelkohlenstoff, CS_2. Nach Sapelier war noch 1846 der Schwefelkohlenstoff ein Körper ohne jede praktische Bedeutung; ein Pfund kostete 1000 Frs., aber schon 1866 kostete das Pfund 0,4 bis 0,5 Frs., 1885 0,225 bis 0,175 Frs. Nachdem man den Schwefelkohlenstoff zur Fettextraktion verwerten gelernt, wurden 1863 800000 bis 1000000 Pfund jährlich dargestellt, 1883 schon 20000000 und 1885 waren täglich allein in Frankreich fast 4000000 Pfund Schwefelkohlenstoff zur Fettextraktion in Gebrauch.[1])

Nach ganz ausserordentlich genauen, von Lehmann angestellten Versuchen kommt dieser zu dem Resultat, dass 0,5 bis 0,7 mg Schwefelkohlenstoff im Liter der Atemluft keine Beschwerden machen, dass 1 bis 1,2 mg im Liter mit etwas Kopfschmerz und Benommenheit zu Anfang einige Stunden ertragen werden, dass 2,5 mg im Liter rasch heftiges Kopfweh mit lang anhaltender Nachwirkung erzeugen und dass grössere Mengen von 3,5 bis 6,4 bis 10 mg im Liter schon von Anfang an die Arbeit störende und unmöglich machende Symptome hervorrufen. Zunächst tritt heftiger Kopfschmerz auf, dann ein plötzlicher Schwindelanfall, Muskelschwäche, und bald folgen Störungen der Sensibilität. Auch Gedächtnisverwirrungen sollen dabei beobachtet sein. Der Schwefelkohlenstoff darf daher da, wo er gebraucht wird (z. B. auch zum Entfetten der Wolle) nur in geschlossenen Apparaten zirkulieren, da er doch als ein starkes Gift anzusehen ist.

[1]) Lehmann, Studien über den Einfluss wichtiger Gase auf den Menschen. Archiv für Hygiene Bd. 20, Heft 1.

Eine gewerbliche chronische Schwefelkohlenstoffvergiftung wurde bei einem 34jährigen, in einer Gummiwarenfabrik seit $2^1/_2$ Jahr arbeitenden Manne von Bloch[1]) beobachtet. Der Mann hatte die Aufgabe, die fertigen Gummiwaren zu vulkanisieren, wobei er dieselben durch Schwefelkohlenstoff hindurchziehen musste. Da letzterer enorm rasch verdampfte, so atmete der Arbeiter kontinuierlich Schwefelkohlenstoff ein. Der Mann bekam nun Aufstossen mit fauligem Geschmack, Erbrechen, Schwindel, belegte Zunge, Flimmern vor den Augen, Polyurie und Polydipsie, zunehmende Schwäche und Zittern, wobei das Körpergewicht um 23 Pfund abnahm. Das Gedächtnis soll gelitten haben, das Gesichtsfeld konzentrisch etwas eingeengt sein; endlich bestanden Bewegungsstörungen an Armen und Beinen, während das Gefühl herabgesetzt war.

Auch mit der Cyanwasserstoffsäure haben wir in der Industrie zu thun, trotz ihrer furchtbaren Giftigkeit. So entwickelt sich in der Kaliblaufärberei Blausäure, indem rotes Blutlaugensalz (Ferridcyankalium) mittels Schwefelsäure in Ferridcyanwasserstoffsäure und schwefelsaures Kalium zersetzt und durch Kochen die freie Ferridcyanwasserstoffsäure in Berliner Blau umgewandelt wird (Heinzerling). Ferner kann in der Lohgerberei da, wo noch Gaskalk angewendet wird, durch die Beize oder die sauere Lohe der Abfärbebotticbe Cyan- und Schwefelwasserstoff entwickelt werden. Liegen die Gruben im Freien, so ist die Arbeit ungefährlich.

Von den Metallen haben wir uns zuerst mit dem Zink zu beschäftigen, dessen Dämpfe sich allerdings an der Luft sofort zu Zinkoxyd oxydieren (Lana philosophica), nach Ansicht einiger Autoren aber doch schädlich wirken sollen. Es scheint aber, dass, abgesehen von dem gleich zu erwähnenden Giessfieber, die Zinkdämpfe bisher zu keinen chronischen Vergiftungsformen geführt haben. Die gegenteiligen Beobachtungen sind sehr wahrscheinlich irrtümliche, insofern die beschriebenen Symptome gewiss vorhanden waren, aber nicht vom Zink, sondern von den Dämpfen der Metalle, mit denen Zink in der Regel zusammen vorkommt, herzuleiten sind, nämlich vom Blei, Kadmium und Arsen, welches man hier einmal den Metallen zuzählen kann. In dem in den Kondensaoren bei der Destillation des Zinks niedergeschlagenen Staube fand man $2^1/_2$ % Blei, bis 5 % Kadmium und bis 0,3 % Arsen.[2]) So würden die mit Lähmungen einhergehenden Rückenmarksleiden auf die Wirkung von Bleidämpfen zurückzuführen sein, ebenso deuten[3]) heftige choleraartige

[1]) Sitzung des Vereins für innere Medizin vom 29. Mai 1893.

[2]) Tracinski, Die Zinkindustrie in Oberschlesien und ihr Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter. Deut. Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege Bd. XX.

[3]) Eulenberg, Gewerbehygiene S. 690.

Erscheinungen auf arseniakalische Dämpfe, und hartnäckiges Erbrechen wird durch Beimengung von Kadmiumdämpfen erklärt.

Anders ist es mit dem Giessfieber, auch Zinkfieber, am richtigsten aber Messingfieber genannt, weil es nur bei der Messingfabrikation vorkommt.

Messing wird bekanntlich durch Zusammenschmelzen von Zink mit Kupfer erhalten. Die dabei beschäftigten Arbeiter, besonders Neulinge, erkranken meist nachmittags oder abends unter Übelkeit, Erbrechen und starkem fixem Schläfenkopfschmerz. Bald tritt Frost auf, der sich zu einem starken, $^1/_2$ bis 2 Stunden anhaltenden Frostanfall steigert, dem ein nicht so ausgeprägtes Hitzestadium folgt, welches mit reichlichem Schweiss endet. Am nächsten Tage ist der Kranke, abgesehen von einer gewissen Mattigkeit, gesund. Nachdem die Arbeiter mehrere Anfälle überstanden haben, tritt Gewöhnung ein. Diese der Intermittens so ähnlichen Anfälle sind niemals von nachteiligen Folgen begleitet. Eine genaue Erklärung zu geben, ist bisher nicht gelungen. Hirt beschuldigt auch die hohe Temperatur; dieser aber sind auch andere Giesser ausgesetzt, welche mit anderen Schmelzprodukten zu thun haben und kein Giessfieber bekommen. Da reine Zinkdämpfe kein Giessfieber erzeugen, so müssten die Kupferdämpfe die causa nocens darstellen. Ob es möglich ist, dass bei dem Kontakt der beiden Körper im Schmelztiegel vielleicht besondere flüchtige, bisher nicht erkennbare Produkte entstehen, welche das Giessfieber erzeugen, ist eine nur durch das Fehlen jeder anderen Erklärung gestützte Vermutung. Jedenfalls kann man durch gute Öfen und gute Ventilation die Arbeiter vor dem Giessfieber schützen, was am besten dadurch bewiesen wird, dass alle Störungen, die an den Arbeitern im Zinkhüttenbetriebe beobachtet wurden, auch die, welche auf die dem Zink beigemengten Metalle u. s. w. zurückzuführen sind, im Winter weit häufiger vorkommen als im Sommer, wo Fenster und Thüren dauernd offen stehen, während sie im Winter geschlossen sind.

Beim Zinklöten können sich Chlorzinkdämpfe, welche die Augenbindehäute und die Nasenschleimhaut heftig reizen können, bilden, wenn man das Blech zuerst mit Salzsäure bestreicht und dann den heissen Lötkolben daran bringt (Eulenberg).

Das Quecksilber[1]) wird in verhältnismässig wenigen Bergwerken gewonnen, von denen uns die in Idria in Krain (Österreich) und in Almaden in Spanien am ehesten interessieren. In Idria wird ein sehr grosser Teil des in Europa gebrauchten Quecksilbers gewonnen. Sehr schlimm waren früher dort die Zustände, als infolge schlechter Methoden viel Quecksilber, mit dem Russ der Öfen mechanisch verbunden, in die Luft überging. Es war dies zu einer solchen Kalamität geworden, dass noch Ende der siebziger Jahre ein krainischer Abgeordneter im Reichsrate Klage darüber führte, dass der Bevölkerung durch chronische Quecksilbervergiftung ihrer Haustiere ein unersetzlicher Schaden erwüchse. Es wurde darauf ein Ofen verbesserter Konstruktion (Patera-Ofen) eingeführt, bei dem nicht mehr wie früher 25 bis 33 $^0/_0$, sondern nur 16 $^0/_0$

[1]) Queck (quick) = lebhaft, regsam, also lebendiges Silber.

Quecksilberverlust bei der Gewinnung eintrat. Wenn aber Popper mitteilt, dass diese 25 bis 33 % einen Quecksilberverlust von 62 500 kg jährlich bedeutet haben, dann kann man sich einen ungefähren Begriff von den Massen machen, um die es sich in Idria handelt. Die Beobachtung des Merkurialismus[1]) bei Tieren wird übrigens auch in Neu-Almaden in Kalifornien, wo ebenfalls Quecksilber gefördert wird, bestätigt. Dort leiden die zum Transport des Quecksilbers verwendeten Maultiere oft an Speichelfluss, und gehen alljährlich pro Schacht 30—40 infolgedessen ein.[2])

Nach Kobert erkranken von den Bergarbeitern 1 bis 2 % an Merkurialismus, eine Zahl, die sich bei bestimmten Unglücksfällen ins Ungeheuere gesteigert hat. Allbekannt ist der Brand in den Gruben in Idria 1863, wo infolge der Entzündung des Idrialit (ein u. a. viel Zinnober führendes Mineral) Quecksilberdämpfe in so ungeheurer Menge entstanden, dass die ganze Belegschaft von 1300 Knappen vergiftet wurde, und zwar so schwer, dass 900 unheilbar waren und 400 zwar hergestellt wurden, aber doch in ihrer Kraft gebrochen waren.

Sonst sollen von den das Quecksilber ausserhalb der Gruben weiter verarbeitenden Leute etwa 8 % (Kobert) an Merkurialismus erkranken. Die schlimmste Eigenschaft des Quecksilbers ist eben die, dass es bei jeder Temperatur verdampft und erst bei 40° unter Null fest wird. Ausser den Hüttenleuten sind besonders Spiegelbeleger, Vergolder, Bronzearbeiter, die Verfertiger von Barometern, Thermometern u. s. w., die Arbeiter in den Fabriken, in welchen die Glühlampen für die elektrische Beleuchtung hergestellt werden, die Filzarbeiter und Hutmacher der Gefahr des Merkurialismus ausgesetzt.

Die Spiegelfabrikation ist in Fürth zu Hause; dort sollen früher von den sämtlichen Quecksilberarbeitern 80 % merkurialkrank gewesen sein. Gefördert wurde diese hohe Ziffer dadurch, dass das Spiegelbelegen als Hausindustrie betrieben wurde, d. h. die Arbeiter arbeiteten, wohnten, assen und schliefen in einer Quecksilberatmosphäre. Es kam dazu dass zu dieser früher schauderhaft schlecht bezahlten Arbeit anderswo nicht untergekommene und daher sehr oft heruntergekommene Leute sich meldeten, welche von vorn herein mit einem geschwächten elenden Körper an die Arbeit herangingen. Natürlich erlagen sie sehr bald dem allgemeinen Leiden. Da schritt aber der Staat ein, und die Quecksilbervergiftungen nahmen seit Mitte 1890 rapide ab. Heute sind dort die Verhältnisse gegen früher glänzend. Während 1885 wegen Merkurialismus 5463 Krankenbehandlungstage gezählt wurden, ist von Juni 1890 bis Dezember 1891 kein Fall von chronischer Quecksilbervergiftung vorgekommen. Der

[1]) Merkurialismus = Quecksilbervergiftung, denn Quecksilber wird oft mit dem aus der mystischen Alchemie übernommenen Worte „Mercur" bezeichnet, genau wie die Alchemisten das Blei „Saturn" nannten, und infolgedessen Saturnismus = Bleivergiftung ist.

[2]) Eulenberg, Gewerbehygiene S. 734.

Hauptgrund dieser Abnahme ist neben den von der Regierung angeordneten Maassregeln darin zu suchen, dass die Fabrikanten — ein allerdings radikales Mittel — von der Quecksilberspiegelverfertigung zur Silberspiegelherstellung übergingen. Die Zahl der Quecksilberbeleger sank sofort von 160 auf 56. Selbstverständlich behielt man als Quecksilberbeleger die besten und am längsten im Betriebe befindlichen Arbeiter, welche mit dem Quecksilber ordnungsmässig umzugehen verstehen, gut bezahlt werden und sich gegen die Intoxikation möglichst schützen.[1]) Hoffentlich ist dieser Übergang ein dauernder und nicht nur eine infolge des heute so niedrigen Silberpreises vorübergehende Maassnahme, woran zu denken sehr nahe liegt.

Eine leider noch nicht zu so gutem Ende gelangte Sache ist die der Filzfabrikation, eingeschlossen die Hutmacherei. Von den Hasenhaarschneidern angefangen, leiden alle Arbeiter, welche von der Gewinnung der Haare ab mit dem Material bis zur Herstellung des fertigen Filzhutes zu thun haben, unter den Folgen der ersten mit den Fellen zu dem Zwecke vorgenommenen Prozedur, die Haare von den Fellen zu lösen. Zu dem Zwecke wird die Haarseite mit einer Beize eingerieben, welche aus salpetersaurem Quecksilberoxydul besteht, zu dessen Herstellung etwa 65 bis 130 g Quecksilber auf 500 g Salpeter notwendig sind. Nachdem die Felle getrocknet sind, werden sie geklopft und gegen den Strich gebürstet, wobei natürlich ein reich mit Quecksilber beladener Staub entsteht. Kommt der Mann beim Einreiben der Felle direkt mit dem Quecksilber in Berührung, so ist es denkbar, dass in der Trockenkammer infolge des Wärmeeinflusses viel Quecksilber verdampft, so dass dadurch auch diejenigen, welche in den Nebenräumen arbeiten, der Quecksilbervergiftung ausgesetzt sind. Nun bleibt aber das Quecksilber trotz allen Waschens und Färbens an den Haaren haften, und zwar weil nach Jungfleisch,[2]) dessen hochinteressante Arbeit gar nicht genug verbreitet werden kann, das Keratin, der Hornstoff der Haare, mit dem Quecksilberoxyd eine schwer lösliche Verbindung eingeht. So fand Jungfleisch in einem eben zum Hut geformten Filz (cloche de feutre), der 73 g wog, 0,2072 g metallisches Merkur, eine Menge, gross genug, um lange Zeit einen Syphilitischen zu behandeln. In einem anderen, 79 g wiegenden hutgeformten Filz war 0,3392 g Quecksilber enthalten. Nun könnte man einwenden, dass diese noch rohen, ungeformten Filze ihr Quecksilber vielleicht durch Färben verlieren. Es wurden zwei fertige, lange Zeit getragene Filzhüte untersucht und in jedem ein Gehalt von 0,5 bis 0,6 g metallischen Quecksilbers gefunden.

Man muss also mit aller Macht dahin streben, die Quecksilberbeize durch eine unschädliche zu ersetzen, da wir sehen, dass alle Arbeiter von Anbeginn an bis zu dem den Hut fertig machenden der Gefahr des Merkurialismus ausgesetzt sind. Hillairet wollte die verdünnte Salpetersäurelösung anwenden, drang aber nicht durch, da eine etwas längere Zeit zur Lösung der Haare erforderlich war; er bestrich die Haarseite der Felle mit einer Melasselösung und wusch die Felle mit verdünnter Salpetersäurelösung, wobei sich die, die Haare leicht lösende salpetrige Säure bildete.[3])

Die Zeichen des chronischen Merkurialismus — wenigstens die grob sichtbaren, mit denen allein wir uns hier zu beschäftigen haben — sind: Anschwellen des Zahnfleisches, welches leicht blutet, leicht geschwürig

[1]) Wollner, Mitteilungen über den Stand der Merkurialkrankheit in den Spiegelbelegen in Fürth. Münch. med. Wochenschr. 1892, No. 39.

[2]) Jungfleisch, Sur les dangers du sécrétage des poils par le mercure. Annales d'hygiène, Dezember 1892.

[3]) Schoull, Des moyens propres à empêcher les accidents d'intoxication chez les ouvriers sécréteurs. Annales d'hygiène, September 1882.

ist, starker Geruch aus dem Munde, Lockern und Ausfallen der Zähne, starker Speichelfluss. Dann tritt Gliederzittern auf. Die Arme des Kranken bewegen sich stossweise hin und her, besonders wenn der Kranke beobachtet wird oder bestimmte Bewegungen ausführen will; ist er sich selbst überlassen, so wird er ruhig. Auch die Kopf- und Zungenmuskeln können von diesen unwillkürlichen Bewegungen ergriffen werden. Schliesslich tritt die sogenannte Merkurialkachexie bei den Kranken ein; sie werden blutarm, die Verdauung liegt darnieder, der Mund ist zahnlos, an den Alveolen entwickeln sich Eiterungen, die Muskulatur ist schwach und atrophiert in immer höherem Grade, wie auch das Unterhautfettgewebe schwindet, so dass der Kranke aufs äusserste abmagert.

Von den organischen Verbindungen kann in den engen Grenzen unserer Aufgabe nur in sehr bescheidenem Maasse die Rede sein, dennoch wollen wir wie bisher auch hier versuchen, einige wesentliche Repräsentanten dem Leser vorzuführen.

Die Inhalation von Dämpfen des Aethylalkohols bei der Gewinnung desselben kann nur dann schaden, wenn es sich um Beimengungen mit Dämpfen höherer Alkohole handelt oder wenn sonst andere Verunreinigungen in den Dämpfen enthalten sind. Insbesondere treten Aldehyd und Amylalkohol, letzterer der Hauptbestandteil des Fuselöles, bei der Alkoholdestillation auf und verursachen den Arbeitern Brustbeklemmung und Kopfschmerzen.

Der Methylalkohol, Holzgeist, CH_4O, wird in den Baumwolldruckereien vielfach als Lösungsmittel für Anilinfarben benutzt und hat dort bei den mit ihm manipulierenden Arbeitern Kopfschmerzen und allgemeines Unbehagen hervorgerufen. Es beruht dies darauf, dass Methylalkohol stets durch Xylol, empyreumatische Öle u. s. w. verunreinigt, nicht aber rein zur Verwendung gelangt. Übrigens wird vielfach bereits der Holzessig in der Baumwolldruckerei durch die jetzt viel billiger gewordene Essigsäure, $C_2H_4O_2$, ersetzt. Letztere reizt auch Nase und Augen des Ungewohnten, trotzdem man pro Kubikmeter nur 0,1 g Essigsäure fand. Der gewöhnliche in letzter Zeit in Drucksälen ermittelte Gehalt betrug pro Kubikmeter 0,004, eine verschwindende Zahl gegen die vor 20 Jahren von Bolley konstatierten 0,148 bis 0,07 g im Kubikmeter, und noch dazu handelte es sich damals meist um Holzessigsäure.[1]) Oft ist Holzgeist auch verunreinigt durch den Allylalkohol, C_3H_6O, der sehr giftig ist. Die Chemiker und Arbeiter in Fabriken, wo dieser Alkohol dargestellt wird, erkranken oft unter influenzaartigen Symptomen. Miessner[2]) stellte durch Versuche fest, dass neben einem heftigen Kopfschmerz, besonders in den Augen, eine heftige Schleimhautreizung entsteht, besonders der Nasenschleimhaut und ebenso auch der Augenbindehaut. Ferner erfolgt eine starke Gefässerweiterung, eine Blutdruckverminderung und ein beträchtlicher Eiweissverlust durch den Urin. Es ist dies wichtig, da Holzgeist zur Branntweindenaturierung gebraucht wird, die Arbeiter also durch das Denaturierungsmittel auch mit dem Allylalkohol in Berührung kommen. Der grossen Giftigkeit

[1]) Schuler und Burckhardt a. a. O. S. 115.

[2]) Über die Wirkung des Allylalkohols. Berl. klin. Wochenschr. 1891, No. 33.

wegen ist auch gesetzlich eine Grenze für den Gehalt des Holzgeistes an Allylalkohol festgesetzt, welche nicht überschritten werden darf.

Das Akroleïn, C_3H_4O, Allylaldehyd, tritt bei der Stearinsäurefabrikation sowie bei der trockenen Destillation von Fetten, besonders bei der Verseifung durch Schwefelsäure und darauf folgender Dampfdestillation als Nebenprodukt auf und reizt die Schleimhaut der Atmungsorgane und die Augenbindehaut auf die schlimmste Weise, so dass Bronchitis und Conjunctivitis entstehen; man muss daher Sorge tragen, dass die akroleïnhaltigen Dämpfe unter die Feuerung geleitet und verbrannt werden.

Das Nitroglyzerin, $C_3H_5(O.NO_2)_3$, Salpetersäureglyzerinäther, wird bekanntlich zur Herstellung des Dynamits, aber auch zur Herstellung anderer Explosivstoffe benutzt. Es ist ein an Furchtbarkeit fast der Blausäure gleichkommendes Blutgift, da bei beiden nur wenige Tropfen die tötliche Dosis ausmachen. Es wird sowohl durch die unverletzte Haut als auch vom Magen her aufgenommen und äussert schon in kleinsten Mengen eine ausserordentlich schwere Wirkung. Professor Werber-Freiburg bekam nach Einreibung eines einzigen Tropfens Nitroglyzerin in die Haut ein zehnstündiges Unwohlsein mit heftigstem Kopfschmerz; französische Offiziere erkrankten, nachdem sie Dynamitpatronen längere Zeit in Händen gehalten haten.[1]) Die Wirkung des Nitroglyzerins beruht in erster Linie auf Umwandlung des Oxyhaemoglobins der roten Blutkörperchen in Methaemoglobin, d. h. also auf Vernichtung des Sauerstoffträgers, denn die einmal in dieser Weise verwandelte Blutzelle ist nicht mehr regenerationsfähig. Ferner bewirkt Nitroglyzerin Gefässerweiterung und Reizungs- und Lähmungserscheinungen von seiten des Gehirns und Rückenmarks. Auch chronische Vergiftungen können dabei sich ausbilden. So hatte ein Arbeiter beim Auswaschen von Nitroglyzerin aus Kieselguhr die Aufgabe, in die Töpfe, welche das letzte Waschwasser und mit diesem noch die letzten Reste des Sprengöls enthielten, mit der blossen Hand hineinzugreifen, um zu fühlen, ob am Boden der Kautschukeimer — bei dem Nitroglyzerin muss man jeden Stoss und jede Reibung vermeiden, da es sehr leicht durch Stoss und Schlag, besonders wenn es nicht vollkommen rein ist, ohne jeden Grund explodiert — sich noch Sprengöl angesammelt habe. Der Mann will nun, sobald er mit der Hand an das Sprengöl kam, ein Zucken im Arm und von dort ein eigentümlich aufsteigendes Gefühl (Wärme infolge von Gefässerweiterung?) empfunden haben, wonach entsetzliche Kopfschmerzen und Erbrechen auftraten; er soll blau ausgesehen haben und klagte demnächst über eine unbesiegliche Mattigkeit und Schwäche der Glieder nebst stärkstem Schwindelgefühl, Symptome, von denen sich, wiewohl bereits seit September 1893 die Arbeit ausgesetzt worden ist, die Kopfschmerzen, Schwindelgefühl bei rascheren Körperbewegungen und Muskelschwäche besonders in den Armen, bis Mai 1894 erhalten hatten. Man muss also die Arbeiter vor der Berührung mit dem Nitroglyzerin schützen und die Dämpfe durch kräftige Ventilation unschädlich machen.

Nitrobenzol, $C_6H_5NO_2$, Mirbanöl, wird viel in der Parfümerie gebraucht, weil es wie Bittermandelöl riecht und sehr billig ist. Seine Wirkung ist ähnlich wie die des Nitroglyzerin, d. h. es treibt den Sauerstoff aus dem Blute, so dass der Sauerstoffgehalt bis unter $1\,^0/_0$ sinkt und der Erstickungstod erfolgen muss (Kobert), da normales arterielles Blut $19{,}2\,^0/_0$, venöses $11{,}9\,^0/_0$ Sauerstoff enthält (Schöffer), Erstickungsblut (Zuntz) $0{,}96\,^0/_0$.

Dinitrobenzol, und zwar Metadinitrobenzol, $C_6H_4(NO_2)_2$, steht dem ebengenannten sehr nahe. Auch dieses wird zu Farbzwecken und zur Herstellung von

[1]) Kobert a. a. O. S. 493.

Explosivstoffen (s. oben Roburit bei Kohlenoxyd) fabrikmässig dargestellt. Das Einatmen der Dämpfe bringt leichtere und schwerere Vergiftungen zu Wege, von denen die ersteren den Anilinvergiftungen (s. unten) ähneln, während die letzteren nach Schröder und Strassmann[1]) im wesentlichen unter dem Bilde des katarrhalischen Icterus verliefen; die Stühle waren indes nicht entfärbt, es enthielt der Urin auch niemals Zellenfarbstoffe, öfter aber Dinitrobenzol. Zunge und Gaumen zeigten einen nicht abwischbaren, gelben Belag. Die Leber war angeschwollen, druckempfindlich. Eine enorme Mattigkeit auch kräftiger Männer fiel auf, zu deren Erklärung der Magendarmkatarrh nicht ausreichte. Auch Blaufärbung der Lippen trat ein. Eine Blutzersetzung konnte Schröder an den Händen nicht nachweisen, wohl aber trat eine Lähmung der gesamten Muskulatur, auch der Atmungsmuskulatur ein, welche Schröder zur Erklärung der Hinfälligkeit der Kranken genügt (Und die Blausucht?). Da das Gift in Alkohol leicht löslich ist und die Vergiftung bei Schröder's Versuchstieren unter Hinzufügung von Alkohol viel intensiver verlief, so rät Schröder das Vermeiden von Alkohol bei den mit diesem Gift beschäftigten Arbeitern dringend an.

Bezüglich dieses Icterusbildes, welches aber mit der Galle nichts zu thun zu haben scheint, wird man an die Beobachtung Filehne's erinnert, welcher bei Nitrobenzolvergiftung im Spektrum des Blutes einen zwischen dem Methaemoglobin und dem Säurehaematin stehenden braunen Körper nachwies, dem ein nach rechts vom Methaemoglobinstreifen stehender besonderer Streifen zukommt (Filehne's Nitrobenzolstreifen).

Andere glauben, dass die Hauptgefahr des Dinitrobenzols in den Körpern liegt, welche es verunreinigen, weil einmal diese sehr giftig und bei gewöhnlichen Temperaturen flüchtig sind und weil zweitens diese verunreinigenden Zusätze dem Nitrobenzol eine gewisse Fettigkeit verleihen, wodurch es leichter an den Fingern haftet und die Resorption von der Haut aus erleichtert wird. Reines Dinitrobenzol soll also geruchlos sein und auf Papier keinen fettigen Strich hinterlassen. Man sollte also stets nur durchaus reines Dinitrobenzol verarbeiten.[2])

Von den Derivaten des Benzols, den Verbindungen der aromatischen Reihe, erwähnen wir folgende:

Anilin,[3]) $C_6H_5NH_2$, Amidobenzol, wurde zuerst aus Indigo und wird jetzt durch Reduktion von Nitrobenzol fabrikmässig dargestellt, hauptsächlich zur Herstellung organischer Farbstoffe. In den Anilinfabriken sind nach Abschaffung des Arsenverfahrens (s. oben unter Arsen) die Anilindämpfe selbst noch gefährlich. Man stellt z. B. Fuchsin dar, indem ein Gemenge von Nitrobenzol, Anilin und Eisenchlorür erhitzt wird, wobei dann die Dämpfe ebenso schädlich wirken können wie die bei Darstellung des Anilinblau sich entwickelnden Dämpfe, welches beim Erhitzen von Anilin, Fuchsin und Benzoësäure entsteht.

Ebenso gut wie es einen Saturnismus und Merkurialismus giebt, giebt es auch einen Anilismus, der akut oder chronisch auftritt. Nach Grandhomme kann letzterer in zwei Formen auftreten: einmal wird der Befallene taumelig, müde, schwach, die Sprache ist erschwert, der Lippensaum blau, der Mann macht den Eindruck eines Trunkenen; in anderen Fällen fühlt der befallene Arbeiter nichts, nur werden seine

[1]) Schröder und Strassmann, Über Vergiftungen mit Dinitrobenzol. Vierteljahrsschr. f. ger. Med. und öffentl. Gesundheitspflege N. F. III.

[2]) Die Verwendung des Dinitrobenzols bei der Fabrikation von Explosivstoffen. Zeitschr. der Zentralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen 1894, No. 7.

[3]) Portugiesisch: Anil = Indigo.

Lippen blau. Schickt man solche Kranke ins Freie, so sind sie in einigen Stunden wieder gesund. Bei stärkerer Einwirkung treten starker Harndrang, unsicherer Gang, langsamer Puls, herabgesetztes Bewusstsein auf. Nach Erbrechen erholen sich die Kranken. Werden, z. B. beim Reinigen der Destillationskessel oder beim Begiessen der Kleider mit Anilin Dämpfe in konzentrierter Form eingeatmet, so kann der Betroffene plötzlich bewusstlos niederstürzen. Lippen, Nase, Ohren sind dunkelblau, das Atmen verlangsamt sich, Zuckungen treten auf, und es kann der Tod erfolgen. Der chronische Anilismus ist in den Farbfabriken von Höchst nicht beobachtet. Bei demselben wiegen nach Hirt nervöse Störungen vor, die bis zu Störungen der Bewegung sich steigern können. Nach einer Mitteilung von Grandhomme erkrankte in Höchst an Ainlismus eine sich von Jahr zu Jahr stetig vermindernde Anzahl von Arbeitern, die zuletzt kaum noch 1% und weniger betrug. Ausser den erwähnten Symptomen wurde eine eigentümliche Hyperhidrosis beobachtet, und zwar von 1874 bis 1882 47 Fälle. Grandhomme berichtet über den ersten beobachteten Fall, dass bei schmerzhafter Empfindlichkeit der Fingerspitzen beider Hände eine solche Vermehrung der Schweisssekretion bestand, dass nach erfolgter Abtrocknung der Hände der Schweiss sofort wieder von den Fingerspitzen herabträufelte. Nach fünf Tagen war die Affektion nach Anwendung von Adstringentien geschwunden. Von diesen 47 Fällen kamen 41 auf den Eosinraum. Nach Blaschko hat die Hyperhidrosis mit dem Anilin nichts zu thun (s. unten Toluidin).

Dass auch in den Anilinfabriken der grösste Schutz in der Reinlichkeit liegt, wird von Grandhomme hervorgehoben. Gute Ventilation entfernt die schädlichen Dämpfe, und nur die durch verschüttetes oder durch direkt beim Durchnässen der Kleider auf den Körper wirkendes Anilin bedingte Vergiftungsgefahr wird immer bis zu einem gewissen Grade bestehen bleiben.

Toluidin, $C_6H_4CH_3 . NH_2$, dient ebenfalls als Ausgangsverbindung für Farbstoffe. Die Toluidinvergiftung ähnelt in Entstehung und Verlauf der durch Anilin. Stark[1]) teilt einen in mehr als einer Beziehung interessanten Fall mit: Ein Arbeiter hat sich bei der Nachtarbeit die Kleider mit Toluidinlösung begossen. Um 5 Uhr morgens merkt er leichte Vergiftungssymptome, arbeitet aber weiter, bis er um 7 Uhr bewusstlos wird; man transportiert ihn nach Hause, wo er in geschlossenem Zimmer liegt, bis spät vormittags der Arzt kommt, ihm die Kleider abnehmen lässt — bis dahin dauerte also die Giftzufuhr fort —, für frische Luft sorgt und, neben anderem, Cognac verordnet. Am nächsten Morgen antwortet der Mann auf Anrufen. Sichtbare Schleimhäute sind fast schwarz, Puls klein, Atmung verlangsamt, Atemluft riecht nach Anilin. Neue Bewusstlosigkeit. Alkohol entfernt, Laxans gegeben, danach nach Anilin riechender Stuhl. Nunmehr entsetzlich schmerzhafte Strangurie mit tropfenweiser Entleerung von blutigem Urin. Glans penis und inneres Blatt der Vorhaut bedecken sich mit Geschwüren, der ganze Penis ist geschwollen. Die Strangurie hält acht Tage an. Nach Überwindung einer grossen Schwäche in den Beinen erfolgt nach fünf Wochen vollkommene Genesung. Stark meint, dass in diesem Falle sehr intensiver Vergiftung — der Mann war in seiner mit Toluidin durchtränkten Kleidung zwölf Stunden, und das noch in geschlossenen Räumen geblieben — die Giftwirkung durch den verabreichten Alkohol noch gesteigert worden sei.

Sollte man nicht solchen Arbeitern Arbeitsanzüge geben können, an denen die Flüssigkeiten nicht haften? Jedenfalls beseitigt Innehaltung peinlichster Sauberkeit sicher die grösste Gefahr.

[1]) Ein seltener Fall von Anilinvergiftung. Therapeut. Monatshefte 1892, Heft 7.

Das Trinitrophenol, $C_6H_2(NO_2)3 . OH$, Pikrinsäure, wird als gelber Farbstoff und zur Herstellung von Explosionsmaterial benutzt. Auch dieser Körper zersetzt das Blut und wirkt in heftiger Weise auf das Zentralnervensystem, so dass schwere Konvulsionen des ganzen Körpers auftreten können. Auch entsteht eine Gelbfärbung der Conjunctiva und der Haut des Kranken, der Pikrinicterus, während Verminderung der roten Blutkörperchen und gleichzeitig Leukocytose mikroskopisch konstatiert wird. Der Harn färbt sich hochrot und enthält, ebenso wie der Kot, reichlich Pikrin. Die bei der Darstellung des Pikrin — Erwärmung von Karbol mit konzentrierter Salpetersäure — entstehenden salpetrigsauren Dämpfe muss man durch Absorption beseitigen.

Naphthalin, $C_{10}H_6$, ein fester, schon bei gewöhnlicher Temperatur sich verflüchtigender Kohlenwasserstoff, der wie das Benzol ein Bestandteil des Kohlenteers ist, dient zur Herstellung der Naphtholfarben, Bordeaux, Ponceau und Orange u. s. w. Auch bei Herstellung dieser Farben wurde die oben unter Anilin erwähnte Hyperhidrosis beobachtet. Andere Vergiftungen durch Naphtholfarben sind noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

Von den Terpenen führen wir den Hauptrepräsentanten das Terpentinöl, $C_{10}H_{16}$, an, welches bei dem Wollendruck zusammen mit Cochenille gebraucht wird, und zwar so, dass man den aus dem Cochenilleauszug mit Zinnsalz erhaltenen Niederschlag mit Wasser und Stärke unter stetigem Umrühren zum Kochen erhitzt und nach dem Erkalten Quercitronextrakt, Oxalsäure, Terpentinöl und Chlorzink hinzufügt. Das Terpentinöl reizt die Schleimhäute stark, es kann Speichel- und Nasenfluss, Bronchialkatarrh, der sich bis zur Bronchitis, auch wohl einmal zur Pneumonie steigert, hervorrufen und daneben auch noch Schwindel, Kopfschmerz und Übelkeit verursachen. Also auch diese Dämpfe sind möglichst zu beseitigen.

Von den organischen Basen, den Alkaloiden, führen wir das Pyridin an, C_5H_5N, welches bei der trockenen Destillation organischer Substanzen entsteht und u. a. auch im Dippel'schen Tieröl enthalten ist. Von diesen Körpern giebt es eine homologe Reihe, welche man unter dem Namen der Pyridinbasen zusammenfasst. Sie kommen auch im Tabaksrauch vor (Pikolin), gehören zum grössten Teil der Nikotingruppe an und wirken zuerst reizend auf das Nervenzentrum, besonders auf das Rückenmark, worauf dann motorische Lähmung folgt. Jedenfalls sind die Pyridinbasen Gifte.

Da nun diese Pyridinbasen neben dem Holzgeist zur Denaturierung des Spiritus verwendet werden, so kommen vielfach schwere Klagen über die Giftwirkung dieses denaturierten Spiritus seitens der Arbeiter vor, welche mit demselben arbeiten müssen, zu denen u. a. Vergolder, Tischler, Färber, Lackierer, Drechsler u. s. w. gehören. Da die Arbeiter die Dämpfe einatmen, so beklagen sie sich über Würgen und Kratzen im Halse, über Übelkeit, die oft zum Erbrechen führt, über heftiges Kopfweh, Schwindel und Gliederzittern nebst Muskelerschlaffung, ja es soll auch infolge von Herzschwäche zu Ohnmachten kommen, desgleichen zu Atemnot mit konvulsivischen Zuckungen.[1])

Solange das gegenwärtige höchst widerwärtige, giftige Denaturierungsmittel bestehen bleibt, müssen die Fabriken, wo man solchen Spiritus verwendet, sich vorzugsweise durch gute Ventilationseinrichtungen helfen. Am besten wäre es selbstverständlich, ein unschädliches, ungiftiges Denaturierungsmittel des Spiritus an Stelle der Pyridinbasen zu setzen.

[1]) Lewy, Der Einfluss des denaturierten Spiritus auf die Gesundheit der Arbeiter. Med.-chir. Rundschau 1891, No. 13.

G. Erkrankung infolge von Parasiten bezw. Übertragung von parasitären Mikroorganismen.

Im Grunde genommen giebt es wenige parasitäre Krankheiten, welche, wenn auch nur mittelbar, durch den Gewerbebetrieb unterhalten und weiterverbreitet werden, also gewissermaassen nur durch die betreffende Industrie, die im Einzelfalle betroffen ist, existieren.

Eines der schlagendsten Beispiele für eine solche Krankheit ist die früher dem Einflusse ungenügender Ernährung und ungesunder Grubenluft zugeschriebene perniziöse Anämie der Bergarbeiter, der Oligaemia montana, welche durch Perroncito's Entdeckung als eine parasitäre, durch den Eingeweidewurm, Ankylostoma duodenale[1]), hervorgerufene Krankheit erkannt wurde.

Perroncito wies bekanntlich die Parasiten zuerst bei den Arbeitern des Gotthardtunnels nach, sodann bei denen in St. Étienne in Frankreich, bei den ebenfalls von der „Bergkrankheit“ heimgesuchten Bergarbeitern einiger Bergwerke Sardiniens und ebenso in Ungarn, während Lesage das Ankylostoma bei den an Oligaemia montana leidenden Kohlengrubenarbeitern von Anzin konstatierte. Bald darauf fand Leichtenstern das Ankylostoma als Ursache einer (1864 bereits von Heise in Rathenow beschriebenen) Anaemie der Arbeiter auf Kölner Ziegelfeldern, wohin belgische Arbeiter den Parasiten verschleppt hatten. Überall handelt es sich um Einschleppung des Parasiten durch ausländische Arbeiter, aus deren Dejektionen derselbe sicher in das Trinkwasser gelangt. Auch die ägyptische Bleichsucht, an der die Hälfte der Fellahs leidet, soll nach Bilharz durch diesen Parasiten begründet sein. Derselbe beisst sich in der Dünndarmschleimhaut fest, erregt dadurch eine kleine umschriebene Entzündung, so dass infolge einer enorm grossen Anzahl neben einander wirkender Parasiten, ganz abgesehen von dem Blutverlust, grosse Strecken der Darmschleimhaut ausser Funktion gesetzt werden, wodurch selbstverständlich eine sehr schwere Ernährungsstörung bedingt wird.

Im Jahre 1892 hat Zappert,[2]) aufmerksam gemacht durch einen in die Klinik des Professor Kahler-Wien aufgenommenen, schwer an Anaemie infolge Ankylostoma leidenden Bergmann, eine Reise nach Brennberg bei Oedenburg (Ungarn) unternommen, woher der erkrankte Bergmann gekommen war, und entdeckte bei dem grössten Teil der dortigen Bergarbeiter die Folgen der Ankylostoma-Infektion, d. h. die schwersten Formen der Anaemie. Noch näher geht uns eine Beobachtung von Beukelmann

[1]) Das Ankylostoma duodenale, zu den Nematoden gehörig, Duodenum und Jejunum des Menschen bewohnend, wurde von Dubini in Mailand entdeckt. 3—4 mm lang, zylindrisch, im vorderen Viertel durchscheinend, gelblich bis rötlich, bisweilen braun gefärbt, zeigt der Parasit einen schwarzen Fleck im Niveau der Anfangsstelle des Darmkanals. Offene kreisförmige Mundöffnung auf der dorsalen Seite mit vier Hakenzähnen. Der Parasit sitzt an der Schleimhaut des Duodenum fest inmitten einer durch ihn verursachten linsenförmigen Ekchymose (nach Littré-Robin).

[2]) Beobachtungen über das Vorkommen von Ankylostomum duodenale bei den Bergleuten. Wien. klin. Wochenschr. 1892, No. 24.

und Fischer[1]) aus dem Jahre 1892 an, welche bei einem deutschen Bergmann eine sehr schwere Form der Anaemie und als Ursache wiederum eine ungeheure Entwickelung von Parasiten dieser Art bei den Kranken feststellten. Sehr bald konnte leider der Knappschaftsarzt weitere Fälle der Krankheit unter den Kameraden des ersten Kranken konstatieren.

Die Frage der Verbreitung beantwortet Zappert anders als Beukelmann und Fischer, beide gehen aber von der wie selbstverständlich hingestellten, aber doch mehr wie primitiv klingenden Thatsache aus, dass die Arbeiter ihre Faeces an jedem beliebigen Orte der Schächte zu deponieren gewohnt sind, damit also auch gegebenen Falls die Eier des Parasiten. Zappert hat nun durch Versuche erwiesen, dass der Luftstrom in Brennberg die Parasiteneier fortführt, so dass dieselben also mit der Luft eingeatmet und dann verschluckt werden. Beukelmann und Fischer meinen, dass die irgendwo abgelegten Faeces wieder mit den Kohlen zusammen und damit direkt mit den Händen der Arbeiter in Berührung kommen, so dass dann eine weitere Übertragung Schwierigkeiten nicht mehr bietet. Sollte es denn kein Mittel geben, in den Schächten Einrichtungen zu schaffen, dass Faeces nur an bestimmten Orten deponiert und dort unschädlich gemacht werden können. Zappert will, dass, um neue Kohlengruben vor Infection zu schützen, nur Arbeiter, die nach vorheriger Untersuchung ihrer Faeces gesund befunden, dort zur Arbeit zugelassen werden.

Als ein anderer Parasit, welcher diejenigen Leute mit Vorliebe befällt, welche Vieh zu versorgen haben, ist der Strahlenpilz, Actinomyces, zu nennen, der, sobald er sich in den Knochen — in den bisher bekannten Fällen in der Regel durch kariöse Zähne in den Kiefern — entwickelt, sehr schwer zu bekämpfen ist. Es kann sich der Strahlenpilz auch in der Haut ansiedeln, heilt aber in dieser, nach Anwendung energischer Ätzmittel aus, allerdings mit Hinterlassung tiefer Narben.

Durch Lumpen soll auf die damit beschäftigten Arbeiter die Krätze durch die Krätzmilbe übertragen worden sein.

Eine Vanillekrätze, d. h. eine ekzematöse und pruriginöse Entzündung der Hände und des Gesichts, hat Layet bei Arbeitern beobachtet, welche tagelang Vanilleschoten von Vanilla aromatica und planifolia abputzten. Er schrieb die Entzündung[2]) der Thätigkeit einer Milbe zu, einem Acarus, die aber doch nur das Jucken verursacht, während nach seiner Ansicht die gleichzeitig auftretende Schwellung des Gesichts und der Hände, die Conjunctivitis, Coryza, Papeln, schliesslich Abschuppung der Haut u. s. w., Wirkung des die Schoten bedeckenden Staubes, bezw. des in den Schoten enthaltenen reizenden ätherischen Öles seien. Neben dieser Form des Vanillismus giebt es nach Layet auch noch eine nervöse, wobei Kopfschmerz, Schwindel, Mattigkeit und Ohnmachten auftreten, daneben Muskelschmerz, häufiges Urinlassen und bei manchen eine ausgesprochene geschlechtliche Erregung.

[1]) Ankylostoma duodenale bei einem deutschen Bergmann. Deut. med. Wochenschr. 1892, No. 50.

[2]) France médicale 1883, No. 44.

Die Schimmel- und Spaltpilze enthalten nach Kobert[1]) entzündungserregende Stoffe, eine Annahme, durch welche sich manches bisher dunkele Faktum erklärt. So wird der Boletus ignarius zur Bereitung von Feuerschwamm in Kellern spontaner Gärung überlassen, wobei er mit Schimmel bewächst. Dann werden die Schwämme an freier Luft umgeschaufelt, die harte Pilzepidermis wird abgeschnitten, und nun werden sie geklopft. Bei den beiden letzten Manipulationen entsteht ein stark reizender Schimmelstaub, der die Schleimhäute arrodiert, Nasen- und Mundschleimhaut wund macht und Nasenbluten verursacht. Desgleichen schwellen, wohl infolge zufälliger Berührung mit den Händen, die Genitalien an, oft entsteht ein Ekzem am Skrotum, auch Augenentzündungen treten auf. In ganz ähnlicher Weise erklärt sich die Maladie des cannissiers ou des vanniers, welche auch als Maladie des roseaux beschrieben wird. Die Anzeichen sind die eben erwähnten, und heftige Urticaria mit Phlyktänen- und Ekzembildung tritt in den Vordergrund. Die Krankheit entsteht bei den Arbeitern, welche das zum Verrohren von Decken und Wänden gebrauchte Schilfrohr herrichten, d. h. die mit Schimmel bedeckten Blätter von dem Schaft des Schilfes abstreichen.[2])

Ehe wir uns weiter mit den Mikroorganismen beschäftigen, müssen wir hervorheben, dass es heute ausser allem Zweifel steht, dass die Mikrobien auch durch die gesunde, unverletzte menschliche Haut in den Körper eindringen können, und zwar bildet der Raum zwischen Haarschaft und Haarscheide die Eingangspforte, während Haarbälge und Schweissdrüsen keine praktikabeln Wege abgeben.[3]) So ist es also nur nötig, dass Arbeiter mit Material zusammenkommen, an welchem pathogene Mikrobien haften, um eine Infektion zu ermöglichen. Massenhafte Beispiele beweisen die Richtigkeit dieses Satzes: In einer Bettfedernreinigungsanstalt erkranken Arbeiter an den Pocken, die beim Fehlen jeglicher Infektionsmöglichkeit in grossem Umkreise nur durch die Bettfedern übertragen sind. Desgleichen sind Blattern durch wollene Lumpen verbreitet worden.[4]) Ist dies vorgekommen, so muss natürlich sofort jede Arbeit mit den Lumpen eingestellt werden, da auch diejenigen Arbeiter, welche dieselben, um sie zu vernichten, aus einander reissen würden, der Gefahr der Infektion ausgesetzt wären. Zweckmässig lässt man in

[1]) a. a. O. S. 263.

[2]) Maladie des vanniers. Annales d'hygiène 1883, September — Layet, La maladie des canissiers. Revue sanitaire de Bordeaux 1888, April.

[3]) Wasmuth, Durchgängigkeit der Haut für Mikrobien. Zentralbl. für Bakterienkunde XII, 23 u. 24.

[4]) Withington, Transmission of infectious diseases through the medium of rags.

einem solchen Falle die Lumpen liegen und betraut nachher die erstinfizierten Arbeiter, die, nachdem sie geheilt sind, immun werden, mit der Vernichtung des Materials.

Auch Milzbrand ist vielfach durch Lumpen übertragen worden.[1]) Es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die sogenannte Hadernkrankheit, auch Lumpensortiererkrankheit genannt, mit dem Milzbrand identisch ist. Sie wurde bisher nur in Papierfabriken bei dem mit dem Zerstückeln und Aussuchen der Lumpen beschäftigten Personal beobachtet. Zuerst wurde sie in der Fabrik zu Schlöglmühl in Niederösterreich beobachtet, wo 1870 15 und von 1874 bis 1880 12 Arbeiterinnen erkrankten und sämtlich starben. Es ist hiernach dringend notwendig, heute auch nicht mehr schwer durchführbar, die Lumpen vor jeder Arbeit mit Dampf zu desinfizieren. Auch Pferdehaararbeiter, Gerber erkrankten oft schon an Milzbrand infolge der Bearbeitung ausländischer — besonders aus Amerika, Ostindien, China stammender — Häute von milzbrandkranken Tieren.

In Saint-Denis kamen von 1875 bis 1890 bei Rosshaararbeitern und Weissgerbern 49 Fälle von Anthraxbeulen, Pustula maligna, vor.[2]) — In Deutschland ist infolgedessen unter dem 5. Juni 1891 eine ministerielle Verfügung erlassen, welche bezweckt, durch bestimmte Vorschriften die mit der Bearbeitung ausländischer Rohhäute verbundenen Gefahren zu beschränken.

Goldschmidt-Nürnberg berichtete 1893 auf der Naturforscherversammlung, dass in den letzten drei Jahren in Nürnberg unter den Arbeitern der Pinselindustrie 30 Fälle (27 mit Anthraxbeulen, 3 intestinaler Milzbrand) von Milzbrand vorkamen. Auffallend war der Bericht von Merkel-Nürnberg, dass die Borsten trotz Behandlung mit Kalium hypermanganicum und schwefeliger Säure nicht vollkommen ihre Virulenz verloren. Es wurde nur eine mechanische Entfernung des an den Borsten anhaftenden Giftes erreicht, was dadurch bewiesen wurde, dass man mit der Zentrifuge aus den Rückständen virulenten Milzbrand gewann. Merkel bringt Formalin als Desinfektionsmittel in Vorschlag.

Sumpffieber, welche Schieferarbeiter aus den in ihren Brüchen sich zuweilen entwickelnden stehenden Wassern, Wassermüller und Erdarbeiter acquirieren, gehören ebenfalls hierher. Überall, wo grosse Massen von Erde bewegt werden, entwickeln sich unter dem Einfluss der nötigen Feuchtigkeit und höherer Temperaturen die Bedingungen, unter denen

[1]) Samuel Lodge fils, La maladie des trieurs de laine (charbon bronchopulmonaire). Archives de méd. expérimentale 1890, November.

[2]) Alexandre le Roy des Barres, Le charbon (pustule maligne — oedème malin). Annales d'hygiène 1890, Juni.

der Malariabazillus gedeihen kann. Das furchtbarste Beispiel hat in dieser Hinsicht wohl der Panamakanal gegeben, wo die Arbeiter zu Hunderten an Sumpffiebern starben, während als Gegenstück dazu der Nord-Ostseekanal zu nennen ist. Freilich ist dabei der Verschiedenheit der Himmelsstriche Rechnung zu tragen, der in dem einen Falle das Gedeihen der Krankheit, in dem andern die Gesundheit der Arbeiter förderte.

Überall, wo tierische Abfälle das Arbeitsmaterial bilden, ist die grösste Sorgfalt notwendig. So ritzte sich ein Arbeiter beim Knochensortieren die Hand mit einem spitzen Knochen und bekam eine schwere Blutvergiftung. Man lasse daher die Arbeiter bei solchen Arbeiten Handschuhe tragen. In Basel trat in den Floretspinnereien eine Krankheit auf und befiel die Arbeiterinnen, welche mit dem faulenden, stinkenden Wasser zu thun hatten, in dem die unmittelbaren Puppenhüllen, welche man zur Floretseide mit verwendete, mazeriert wurden. Offenbar handelte es sich um ein typhöses Leiden, welches man in Basel nach dem Besitzer einer der grössten Floretspinnereien als Morbus Rumplioni bezeichnete (Popper).

H. Äussere Krankheiten und Schädigungen infolge der Arbeit.

In erster Reihe stehen hier die Hautkrankheiten, welche in den verschiedensten Formen auftreten, was schliesslich nicht verwunderlich ist, wenn man bedenkt, dass die Arbeiter teilweise mit chemisch sehr differenten Stoffen zu thun haben und dass die kleinste Hautverletzung, dadurch dass Krankheitskeime in sie hineingelangen, bedenklich werden kann.

So übt das Chrom einen ganz seltsamen Einfluss auf die Nasenschleimhaut aus. Es entsteht ein heftiges Prickeln, die Leute niesen oft, dann tritt auf der Nasenscheidewand ein kleines Geschwür auf, und schmerzlos erfolgt eine Perforation des Septums. Das Loch vergrössert sich, bis das Septum zerstört ist. Dann hört der Prozess auf, ohne irgend ein anderes Organ anzugreifen. Legt der Arbeiter die Arbeit nieder, so tritt Heilung ein, aber mit Wiederaufnahme der Arbeit beginnt auch wieder das Leiden. In Russland sollen 50 % der Arbeiter in Chromfabriken, besonders in denen, welche doppeltchromsaures Kalium darstellen, zerstörte Nasenhöhlen besitzen (Phipson).[1] Auch in Frankreich ist das Leiden beobachtet. Einige Arbeiter bekommen die Geschwüre kurze Zeit nach dem Eintritt in die Fabrik, andere arbeiten Jahre lang in derselben Weise und erkranken niemals in dieser Weise.

Eine gleiche individuelle Disposition beobachtet man bezüglich der Anilindermatitis in Anilinfabriken. In der Sitzung der Berliner medizinischen Gesellschaft

[1]) Duchesne et Michel, Les photographes. Annales d'hygiène 1883, Mai.

vom 26. März 1890 stellte Blaschko einen Mann vor, der nach vierzehntägiger Arbeit in einer Anilinfabrik mit Malachit- oder Krystallgrün[1]) plötzlich unter Zucken und Brennen und sehr starker Schwellung und Rötung der Haut an Händen und Füssen erkrankte. Nach kurzer Zeit schälte sich die gefärbte Epidermis ab, die Schwellung nahm ab, während der ganze Körper von einem Erythem überzogen wurde. Auch hier bestand starke Hyperhidrosis an den Händen, welche nach Blaschko davon herrührt, dass sich die Arbeiter nach der Arbeit die Hände mit Chlorkalk waschen. Dasselbe beobachtet man in Sodafabriken, wo derselbe Gebrauch herrscht.

Die sogenannte Teerkrätze, Entstehung von juckenden und brennenden Geschwüren auf der Haut, entwickelt sich bei der Verarbeitung von Teerölen; auch schwerere, krebsartige Hautleiden beobachtete Volkmann in Halle zuerst bei den betreffenden Arbeitern. Besonders bei Arbeitern, welche mit dem Pressen des Rohparaffins beschäftigt sind und deren Hosen oben von den Stoffen durchtränkt werden, hat man am Hodensack epitheliomartige Hautaffektionen gesehen. Es erinnert dies an den 1775 von Percival Pott beschriebenen, jetzt kaum je mehr gesehenen Schornsteinfegerkrebs. Auch in Kienrussfabriken bekommen die Arbeiter, welche den Russ mit den Füssen einstampfen, Hautausschläge (Popper). Dass die grösste Reinlichkeit auch hier der beste Schutz ist, versteht sich von selbst. — Bei Petroleum-Raffineuren soll ebenfalls Wucherung in der Haut in der Form von Papillombildung beobachtet worden sein.

Als Hüttenkrätze bezeichnet man das Auftreten heftig juckender Papeln und Pusteln an Armen und Händen — demnächst auch an den Genitalien und im Gesicht, wohin die Leute mit den Händen hinfassen — bei den Arbeitern, welche die arsenikalischen Erze aufbereiten oder die Gichtfänge entleeren (Eulenberg).

Die Zuckerkrätze entsteht in Form eines Ausschlages bei Arbeitern in Zuckerfabriken, welche viel mit blossen Beinen mit Kornzucker und Syrup in Berührung kommen; namentlich zeigt sich dies im Anfang der Kampagne. Man sollte für wasserdichte Bekleidung sorgen (Heinzerling).[2])

Die Chininkrätze befällt in Chininfabriken die Arbeiter, welche mit Extraktion der Chinarinden und mit Umkrystallisierung und Reinigung der Salze beschäftigt sind. Die Haut der Hände, Arme, des Gesichts schwillt an, und es entsteht ein pockenartiges Exanthem.[3]) Es erinnert dies, besonders auch hinsichtlich der Idiosynkrasie, mit der diese Krätze die einen Arbeiter sofort nach der Aufnahme der Arbeit, andere trotz gleicher jahrelanger Arbeit niemals befällt, an das Chininexanthem nach innerem Gebrauch, wobei sich auch schon bestehende Exantheme verschlimmern. Das Leiden dauert 10 bis 14 Tage und soll die bedeckten Körperstellen nicht befallen, was andere bestreiten. Ob es wahr ist, dass die Chininkrätze nur blonde, niemals brünette Arbeiter befällt, lasse ich dahingestellt. Überstehen erhöht die Prädisposition, also dürfen die Arbeiter die Beschäftigung nicht wieder aufnehmen. Wenn man behauptet, dass die Chininkrätze dadurch zustande komme, dass Alkalienstaub und Alkoholdämpfe eine Essigsäurebildung begünstigen, welche ätzend wirkt, so müsste man doch diese Krätze am meisten in Essigfabriken sehen, was keineswegs der Fall ist. Ebensowenig sind die Ausschläge an Händen und Armen, an denen die Zeugdrucker leiden, den Essigsäuredämpfen zu-

[1]) Krystallgrün ist das Chlorzinkdoppelsalz des Tetramethyldiamidotriphenylcarbinols.

[2]) a. a. O. II., S. 11.

[3]) Eulenberg, Handbuch Bd. I, S. 509. — Bergeron et Proust, Des éruptions chimiques, Gaz. des hôpitaux 1876, S. 122, 123, 129. — Chemiker-Zeitung 1891, No. 99, S. 1816.

zuschreiben. Wahrscheinlich entstehen dieselben durch Einwirkung anderer in den Beizen sich bildender flüchtiger Beimengungen (Heinzerling).

Wasserkrätze, gale d'eau, nennt man in Frankreich eine im Nagelbett der Finger beginnende Erosion, welche sich auf die Aussenseite derselben fortpflanzt. Sie findet sich bei Perlmutterarbeitern,[1] Weissgerbern, Schleifern und beruht nach Jolly-Paris darauf, dass sich bei dem Schleifen der Perlmutter durch die starke Reibung ein Teil des kohlensauren Kalkes in wasserfreien, zum Teil in Wasser löslichen Kalk umsetzt. Ganz ähnlich ist eine Beobachtung von Fabre,[2] welcher in den Kohlengruben von Monvicq bei 13 Arbeitern von einer etwa doppelt so grossen Anzahl, welche bei einer Brunnenbohrung viel mit den Füssen im Wasser stehend arbeiten mussten, ein Ekzem an Füssen und Unterschenkeln beobachtete, dessen Entstehung die Arbeiter Substanzen zuschrieben, welche durch die Dynamitsprengungen in das Wasser hinein gelangen sollten. Nach Einstellung der Brunnenarbeit heilte das Ekzem rasch. Eine Analyse wies in dem bei einem gewissen Konzentrationsgrade alkalisch reagierenden Wasser 1 g kaustischer Soda im Liter nach.

Hierher gehört auch die Hautaffektion, welche beim Sublimieren des aus Gaswasser dargestellten kohlensauren Ammoniaks durch die Dämpfe, die nach Eulenberg den Hauttalg verseifen und Ausschläge hervorrufen, erzeugt werden. Auch später sich von selbst wieder aufhellende Kornealtrübungen entstehen dabei.

Auch die Walker bekommen eine Hautkrankheit, nämlich juckende Knötchen, Pusteln, die zu oberflächlichen Geschwüren an den Händen zusammenfliessen, weil sie das vorher durch Einfetten geschmeidig gemachte Material in alkalischer Flüssigkeit bearbeiten, welche durch Soda und fauligen Harn, dem man Seife zusetzt, hergestellt wird. Es kommt indes diese Krankheit heute kaum noch vor, da man bessere Entfettungsmethoden erfunden hat. Vielfach wurde auch zu diesem Zweck der Fett absorbierende, in Wasser sich fein zerteilende Walkerthon gebraucht, eine gleichmässig mit Kieselmehl gemischte Thonsubstanz, welche, aus Verwitterung des Diorit und Dioritschiefers entstehend, dem gemeinen Thon nahesteht.

Ebenso ist die Bassinkrankheit der Seidenarbeiter im Abnehmen; sie entstand in Form eines Exanthems beim Arbeiten mit den Händen in dem Weichwasser, in dem die Kokons eingeweicht wurden. Sehr häufig entwickelten sich dabei Panaritien.

Jutearbeiter leiden an furunkulösem Ekzem, verursacht durch die flüchtigen Fettsäuren, in die sich der Thran zersetzt, welcher zum Einfetten der Jute gebraucht wurde, um sie für die Verarbeitung genügend geschmeidig zu machen.

Bei der Flachsbearbeitung treten flechtenartige Ausschläge auf, von denen es aber unsicher ist, ob sie thatsächlich vom Flachs selbst oder vielleicht von dem sich dabei entwickelnden starken Staube herrühren.

Die Möbelpolierer bekommen ein juckendes, papulöses oder papulovesikuläres Ekzem der Hände, Arme und des Gesichts, dessen Entstehung Blaschko geneigt ist, auf das zur Denaturierung des Spiritus verwendete Pyridin zurückzuführen. Ganz ausserordentlich für diese Annahme spricht die Thatsache, dass man dieselben Hautausschläge bei Metallarbeitern, Drechslern, Vergoldern u. s. w. beobachtet, welche alle ebenfalls mit denaturiertem Spiritus arbeiten müssen. Mit Blaschko wird man daher fordern müssen, dass, anstatt Holzgeist und Pyridin, zur Alkoholdenaturierung ein für die menschliche Gesundheit absolut indifferenter Körper gesetzt werde,

[1] Duchesne et Michel, Les Nacriers. Revue d'hygiène 1882, August.

[2] Des eaux dans les travaux de mine, au point de vue d'hygiène professionelle. Revue d'hygiène 1883, April.

dass dieser dabei die Verwendung des Spiritus in der Technik nicht beeinträchtige, leicht nachweisbar, aber schwer abscheidbar und endlich wesentlich billiger als der gewährte Steuererlass sei.

In der Färberei sind Hautkrankheiten nicht allzuhäufig, was daran liegen mag, dass die differenten Substanzen meist in sehr dünnen Lösungen angewendet werden und dass nur in seltenen Fällen eine Wirkung durch die unverletzte Haut statt haben kann. So sollen arsenhaltige Beizen ekzemerzeugend wirken. Man fand z. B., dass mit Corallin (rosolsaurem Rosanilin, auch Paeonin genannt) gefärbte Strümpfe ein akutes Ekzem an Füssen und Beinen, welches man der arsenhaltigen Beize zur Last legte, hervorriefen. Dass diese Stoffe, wie Corallin, Martiusgelb, Kaisergelb u. s. w., ohne vorherige Nekrotisierung der Epidermis eine akute Entzündung in der Cutis mit sekundärer Epidermisabschuppung und Blasenbildung hervorrufen können, bestätigt auch Kobert.[1])

Im Zinkoxydstaub thätige Arbeiter werden nach Hirt auch von Ekzemen am Skrotum heimgesucht und dadurch indirekt zu grösserer Sauberkeit gemahnt.

Bekannt ist die Gewerbeargyrie der Silberarbeiter, welche die Hände betrifft, so zwar, dass kleinste Silbersplitterchen in die Rückenfläche der Hand eingesprengt werden. Daselbst sollen sie aber nach Lewin's Untersuchungen erst in eine lösliche Verbindung, die dann reduziert wird, überführt werden. Durch Einsprengung von Stahlstückchen entsteht in gleicher Weise eine Siderosis an den Händen der Müller, die die Mühlsteine mit einem harten Stahlhammer behauen, um sie wieder zu schärfen, desgleichen an den Händen der Steinhauer. Die infolge der eminenten Härte der Mühlsteine abspringenden kleinsten Stahlstückchen dringen in die Rückenfläche der Haut der Hand — der rechten mehr als der linken — ein. Allmählich wird dort das Eisen in der Haut durch das Blut oxydiert, es rostet. Ferner entstehen infolge der Gegenwart von freiem Alkali und löslichen Eiweisskörpern Eisenoxydulalbuminate, die in das umgebende Gewebe eindringen und es bräunlich verfärben. Auch Schwefeleisen fällt in Form kleinster schwarzer Teilchen aus. Beschwerden macht die Affektion nicht.[2])

Dass Musiker Hautausschläge infolge ihres Berufes bekommen, behauptet Stern.[3]) So sollen Geiger an der linken Gesichtshälfte ein sykosiformes Exanthem bekommen, dadurch, dass zuerst eine Hyperaemie der gedrückten Hautstellen, dann Follikelentzündung eintritt. Flöten- und Blechbläser sollen zuweilen Ausschläge an den Lippen bekommen. Dass Syphilis auf diese Weise verbreitet worden ist, steht fest, im übrigen aber bedürfen Stern's Behauptungen der Verifizierung. In zwei Fällen soll ausländisches Holz, welches zum Mundstück der Flöte benutzt worden war, Hautausschlag bewirkt haben.

Glasarbeiter bekommen von den Dämpfen der zum Ätzen des Glases benutzten Fluorwasserstoffsäure eine sehr schmerzhafte Geschwürsbildung an den Händen, weshalb man die Leute mit vollkommen festen Handschuhen versehen muss, die sie bei dieser Arbeit tragen müssen.

[1]) a. a. O. S. 365.

[2]) Blaschko, Dermatologische Vereinigung in Berlin, Sitzung vom 6. Mai 1890. — Moingeard, Signes d'identité des ouvriers exerçant la profession de rhabilleurs de meules. Annales d'hygiène, Juli 1890.

[3]) Über einige Hautkrankheiten der Musiker. Münch. med. Wochenschr. 1891, No. 42.

An die Hautkrankheiten schliessen sich zwanglos die Hautverbrennungen an, welche bei der gewerblichen Arbeit nur zu häufig entstehen. Selbstverständlich sind besonders alle Feuerarbeiter den Verbrennungen ausgesetzt, und unter diesen kommen wieder bei den Giessern, welche auch noch mit feuerflüssigem, d. h. weissglühendem Material arbeiten, Verbrennungen massenhaft vor. Die Brauer verbrennen sich beim Fasspichen, wenn plötzlich die Flamme 6 bis 8 m lang zischend aus dem Fasse herausschlägt. Drahtarbeiter verbrennen sich beim Schleifen der Spitzen der Drahtstifte an dem durch die notwendige schnelle Rotation heiss werdenden Draht. — Beim elektrischen Zusammenschweissen von Eisen entsteht eine solche Glut, dass die Haut sich bräunt und dann schält.[1])

Es verbrennen sich die Färber durch Hineinstürzen in heisse Färbebottiche und durch Überkochen der Färbekessel, die Weber beim Kochen des Garns durch heisses Wasser oder durch heissen Dampf, die Brauer durch Hineinstürzen in Braupfannen, wenn es an den nötigen Geländern fehlt oder man nicht — was noch besser ist — den Gang tiefer legt als den Rand der Braupfanne u. s. w. u. s. w. Kurz überall, wo gekocht wird, ist auch in der Regel die Verbrennung ein zuweilen trotz aller Vorsicht vorkommendes Ereignis. (Vergl. auch den folgenden Abschnitt.)

Augenkrankheiten haben wir in Form von Augenbindehautentzündungen bei den Staubkrankheiten schon erwähnt; es ist klar, dass jeder Staub, der die Lungenschleimhaut reizt, auch die Augenbindehaut zu reizen vermag. Es ist ferner einleuchtend, dass in manchen Gewerben die Arbeiter das Sehorgan ganz enorm anstrengen müssen.

Obenan stehen in dieser Hinsicht die Fein- oder Präzisionsmechaniker, welche bei Anfertigung der feinsten Messinstrumente nur mit der Lupe arbeiten. Kupferstecher, Lithographen, Uhrmacher stellen demnächst hohe Anforderungen an ihre Sehkraft. Diamantschleifer strengen ebenfalls das Auge enorm an, weil es von ihrem richtigen Blick abhängt, dass der Brillant keinen zu grossen Gewichtsverlust erleidet und damit erheblich an Wert einbüsst. Die Brillantschleifer strengen, wie Hirt angiebt, ihre Augen noch mehr an als die Rosettenschleifer. Grelles Licht blendet die Arbeiter in den Fabriken, in denen man Eisen elektrisch zusammenschweisst.[2]) Nach einiger Zeit bekommen die dieses weissglühende Metall bearbeitenden Leute trotz dunkler Schutzbrille mit Thränen verbundene Augenschmerzen, bis dann allerlei Augentäuschungen entstehen.

Direkte Verletzungen der Augen sind immer noch ausserordentlich häufig. Alle Jahre gehen bei der Metallverarbeitung durch Einfliegen eines glühenden oder kalten Metallsplitters eine Anzahl von Augen der Arbeiter zu Grunde. Schreiber dieses, der mit der Begutachtung der unter einer Anzahl von 15 bis 18000 Arbeitern vorkommenden Unfälle zu thun hat,

[1]) Deut. Med.-Ztg. 1893, S. 1140.
[2]) Deut. Med.-Ztg. 1893, S. 1140.

sieht als einen der unter den verstümmelnden Unfällen ernsterer Art häufigsten den Verlust der Sehkraft eines Auges an. Es kommt das Einjagen eines Splitters in das Auge beim Schmieden geglühten Metalls vor, aber es springen auch Splitter beim Gebrauch des Kaltmeissels beim Verputzen der Gussnähte und Zapfen ab und können die Augen verletzen.

Der Nystagmus der Bergleute, eine fortwährende zitternde pendelnde Bewegung der Augäpfel, pflegt infolge des angestrengten Sehens nach oben in ungewöhnlicher Lage und bei eben solcher Haltung des Kopfes des Hauers, der oft auf dem Rücken liegend arbeitet, zu entstehen. Eie Entstehung wird begünstigt durch die schlechte Beleuchtung bei der Arbeit und allgemein durch die mangelhafte Ernährung der Arbeiter (Nieden).[1]) — Bei Hüttenarbeitern ist auch Nachtblindheit nicht zu selten.

Ohrenleiden entstehen bei Schmieden, Schlossern, Eisenarbeitern infolge des dauernden betäubenden Lärms, in dem diese Arbeiter ihre Arbeit zu verrichten gezwungen sind, insofern, als sich allmählich eine Schwerhörigkeit entwickelt, so dass über 60 Jahre alte Arbeiter dieser Art Berufe fast alle schwerhörig sind. Auch bei den Fabrikwebern leidet das Gehör, Otalgieen und Akustikuserkrankungen bei ihnen gehören leider nicht zu den Seltenheiten. Bei der Kupferschmiedearbeit soll merkwürdigerweise eine so allgemeine Schwerhörigkeit nicht vorkommen. Taubheit soll bei diesen Arbeitern sehr selten sein. Dagegen macht Moos-Heidelberg darauf aufmerksam, dass bei dem Eisenbahnfahrpersonal Lokomotivführer und Heizer in hochgradiger Weise an Schwerhörigkeit erkranken.

Unter dem Heer der anderen Krankheiten kommen hauptsächlich diejenigen in Betracht, welche auf der Einwirkung rasch auf einander folgender Temperaturunterschiede beruhen, also die sogenannten Erkältungskrankheiten, in erster Linie Rheumatismen und rheumatische Neurosen.

Bei den Feuerarbeitern sind diese Verhältnisse besonders ausgeprägt. Sie sind auf der einen Seite kaum erträglicher Wärmestrahlung ausgesetzt und, vom Feuer zurücktretend, erscheint ihnen zuerst eine recht kühle Temperatur meist noch zu warm, und leicht sind solche Leute in hohem Grade leichtsinnig und unvorsichtig. Dem Rheumatismus fallen fast alle diese Arbeiter anheim, natürlich vorausgesetzt, dass sie nicht von einer akuten Krankheit dahingerafft werden. Formen von Lumbago, Ischias u. s. w. sind häufig. Dasselbe gilt für die der strahlenden Hitze ausgesetzten Bäcker. Ummantelung der Öfen soll in einzelnen Fällen nützlich gewesen sein.

[1]) Snell, Miner's Nystagmus. Bristol 1892. — Nieden, Der Nystagmus der Bergleute. Wiesbaden 1894.

Eine zweite Gruppe von Arbeitern sind die, welche infolge stetigen Arbeitens in der Nässe rheumatisch erkranken müssen. Hierher gehören die Töpfer, Kachel-, Ziegelarbeiter beim Herstellen und Durchkneten der Masse, bei der Ausarbeitung der Formen; ebenso die Former, welche zum Gelb- und Rotguss die Formen aus feuchtem Sand machen; die Arbeiter, welche in Porzellanfabriken die feuchte Masse kneten, die Achatschleifer, die bei ihrer Arbeit, noch dazu oft bei ungünstigster Körperhaltung durch und durch nass werden, endlich sind auch vielfach Sandsteinarbeiter in den Brüchen der Feuchtigkeit und Kälte ausgesetzt.

Mechanische Schädigungen treten bei einer grossen Anzahl von Arbeitern dadurch ein, dass durch das tägliche Verrichten ein und derselben Arbeit eine einseitige Anstrengung der Körpermuskulatur und damit eine Überernährung der einseitig angestrengten Muskeln bedingt wird.

So sehen wir bei Schmieden, Tischlern, Seidenwebern, Tuchmachern u. s. w. Hypertrophieen bestimmter Muskelgruppen, Deformitäten u. s. w., wiewohl wir gleich hier bemerken wollen, dass durch die Einführung der Maschinenarbeit, welche auch in dieser Hinsicht täglich grosse Fortschritte macht, ganz ausserordentlich viel Gutes geleistet und viele Beeinträchtigungen der Arbeiter aus der Welt geschafft sind. So ist die früher bei den Schuhmachern sehr häufige, als „Schusterbrust“ bekannte Deformität des Brustbeins infolge der Entstehung der Leistenfabriken so gut wie verschwunden. Desgleichen ist die verschorene Maus der Tuchscherer durch Maschinenarbeit beseitigt. Es entstand nämlich durch Handhabung der schweren Schere eine Überanstrengung der Handwurzel mit einer nicht bedeutenden Geschwulst.

Ganz ähnlich entsteht durch einseitige Überanstrengung die Kontraktur der Handbeuger, die Hakenhand der Glasmacher, indem letztere das Blaserohr mit der Hand in schnelle Rotation versetzen und dabei die Flexoren überanstrengen. Ist die Anomalie ausgebildet, so sind die Finger im ersten Interphalangealgelenk gebeugt und berühren die Handfläche, während die Sehnen der Beuger an den Gelenken als harte Stränge hervortreten.[1]) Ruhe und zweckmässige Massage heilen das Übel.

Eine Sehnenscheidenentzündung (ténosynite crépitante) wies Larger an der Kreuzungsstelle der Musculi abductor longus und extensor brevis pollicis einerseits und der Musculi radiales externi andererseits nach. Da die Kranken bei den lebhaften Schmerzen auch Schmerzäusserungen ausstossen, so heisst die Krankheit in der Gascogne Aï

[1]) Rollet, Societé médicale de Lyon. Deut. Med.-Ztg. 1890, S. 144. — Revue d'hygiène 1890 und 1880, Juni.

douloureux. Diese Krankheit kommt fast nur bei den Hobel führenden Tischlern, den garbenbindenden Schnittern, den Waschfrauen, d. h. bei solchen Leuten vor, die wiederholte starke Drehungsbewegungen der Hand um den Vorderarm machen. Aus demselben Grunde sieht man im Frühjahr bei Winzern die Krankheit am linken Vorderarm, mit welchem dieselben beim Einsetzen der Weinstockpfähle eine solche Drehungsbewegung machen. Die Krankheit schwindet in wenigen Tagen von selbst. Häufig ist indes bei Handwerkern der genannten Art eine Anschwellung am Vorderarm, die von einer Hypertrophie des Abductor longus und Extensor brevis pollicis, vielleicht zuweilen auch von einer Verdickung der oben erwähnten Sehnenscheide herrührt.

Eine symmetrische Synovitis an der Sehnenscheide des Radialis, an der äusseren Seite dicht über dem Handgelenk, in Form einer oblongen, auf Druck schmerzhaften Anschwellung hat Féré-Bicêtre bei einer Hebamme beobachtet[1]) und bezeichnet das Leiden als ein professionelles, eine Ansicht, der wir trotz der Symmetrie der Affektion zuzustimmen Bedenken tragen.

Auch die Trommlerlähmung gehört hierher, welche in Form einer Lähmung des linken Flexor pollicis longus auftritt und dadurch zu stande kommt, dass, während der rechte Trommelstock mit der vollen Faust ergriffen wird, der linke zwischen Daumen und zweiter Phalanx des Index gewissermaassen balanziert, wobei natürlich der Daumen enorm angestrengt wird. Die Lähmung ist, wie die erloschene galvanisch-faradische Erregbarkeit anzeigt, perineuritischen Ursprungs und ist in den bisher beobachteten 6 oder 8 Fällen unheilbar geblieben. In dieses Gebiet gehören ferner die, allerdings nicht nur Arbeiter befallenden „Beschäftigungsneurosen“, wie man die als Schreiber-, Geiger-, Melkerkrampf u. s. w. auftretenden Anomalieen bezeichnet hat. Ein ähnliches Versagen der Finger, welche bei dem Versuch, sie zu der gewohnten Arbeit zu gebrauchen, sich krampfhaft spreizen, kommt vor bei Blumenmacherinnen, bei Telegraphisten, bei Zigarrenwicklern, bei Graveuren u. s. w., kurz bei Personen, die ein und dieselbe Fingerbewegung sehr häufig wiederholen, also die betreffenden Nerven und Muskeln leicht überanstrengen.

Unzählbar sind die hypertrophischen Hautschwielen mit oft darunter sich entwickelnden Schleimbeuteln, wie sie z. B. früher bei den Tapetendruckern beim Bedrucken des Papiers durch Niederdrücken des Hebels mit dem linken Unterarm und Wiederaufheben des ersteren mit der Dorsalfläche der rechten Hand an dem linken Ellenbogen und am zweiten, dritten und fünften Mittelhandknochen etwas über

[1]) Revue de chirurgie 1890, No. 2.

dem Mittelhand-Fingergelenk entstanden. Bei Gelbgiessern, welche oft in knieender Stellung die Sandformen ausarbeiten, bilden sich dergleichen Schwielen mit Schleimbeuteln in der Gegend der Schienbeinstacheln. Bei Schneidern bemerkt man sehr häufig eine starke Schwiele mit darunter liegendem Schleimbeutel auf den beiden äusseren Knöcheln, weil auf diesen beim Sitzen mit gekreuzten Beinen die Last des Körpers ruhen muss. Fast jedes Handwerk hatte früher in dieser Hinsicht seine besonderen Kennzeichen, während heute auch hierin die Maschinenarbeit nivellierend, diesmal aber in wohlthätiger Weise nivellierend, eingreift.

Einseitige Muskelanstrengung verursacht Hypertrophie, und so sehen wir eine grosse Zahl von Arbeitern in dieser Weise durch die Eigenart ihrer Arbeit Anomalieen erwerben. Wie gross dergleichen, auch anscheinend geringe Anstrengungen sind, beweisen die Diamantschleifer, welche die Finger fest auf die kupferne Werkbank aufsetzen; in letzterer zeigen sich nach Verlauf einiger Jahre infolgedessen grosse Vertiefungen. Wenn, um ein ferneres Beispiel anzuführen, der Seidenweber den mit 40 bis 50 kg belasteten Tritt des Webstuhles kontinuierlich herunterdrücken muss, so muss die rechte untere Extremität bei diesen Arbeitern notwendig hypertrophieren.

So geben Schuler und Burckhardt[1]) die Arbeitsleistung eines Seidenstickers in der Schweiz durch Treten seiner Maschine auf 6 bis 12000 Kilogrammmeter an, wozu noch das Wagenbewegen und die Führung des Pantographen hinzukommt.

Zu der grossen, sei es nun einseitigen oder allgemeinen körperlichen Anstrengung kommt häufig noch eine durch die Arbeit bedingte ungünstige Körperhaltung.

Bei Sammet- und Bandwebern erleidet z.B. der Thorax einen Druck von unten nach oben, das Brustbein wird nach innen gedrückt, und die Rippenknorpel folgen dieser Bewegung, welche schliesslich zu bleibender Deformität wird.[2]) Bei Porzellandrehern entsteht durch Anpressen des Thorax an die Drehbank in ganz ähnlicher Weise eine Depression des Schwertfortsatzes (Hirt). Nach de l'Arbresle[3]) soll der sich regelmässig wiederholende Stoss der 20 bis 100 kg schweren Weberlade gegen die Magengegend auch Magenleiden, Verdauungsstörungen hervorrufen. Der Wollenweber hat acht bis zehn Tritte niederzutreten, wozu Geschick und Kraft gehört. Zweifellos können, wenn Frauen und Mädchen diese Arbeit verrichten, diese darunter leiden, und Störungen der Menses wie auch der Schwangerschaft infolge dieser Arbeit eintreten.

[1]) a. a. O. S. 104.

[2]) Déformation du thorax des passementiers. Annales d'hygiène 1890, August.

[3]) De l'Arbresle, Seiden- und Sammetweber. Annales d'hygiène 1891, Dezember.

Allbekannt sind die Krampfadern, die bei allen Leuten, welche bei schwerer Arbeit viel auf ein und demselben Fleck stehen müssen, unter gewissen ungünstigen Bedingungen, als deren hauptsächlichste wohl eine angeborene Disposition der Gefässwand zu besonderer Nachgiebigkeit, also eine Verringerung der Elastizität der Gefässwand, anzusehen ist, sich entwickeln und ganz ausserordentliche Dimensionen annehmen können. So sieht man oft die Unterschenkel mit bis bleistiftdicken, netzförmig unter der Haut verzweigten oder sich schlängelnden, oft auch Knoten bildenden, bläulich durch die Haut durchscheinenden Gefässen bedeckt. Diese Gefässe schwellen an, wenn der Rückfluss des Blutes behindert ist, allmählich giebt die Gefässwand nach und dehnt sich aus. Bei Frauen entwickeln sich dergleichen Adern während der Schwangerschaft infolge des Druckes des schwangeren Uterus auf die grossen das Blut zurückführenden Venen. Diese Krampfadern können schliesslich platzen; Schreiber dieses sah vor kurzem eine hochschwangere Frau, welcher eine solche Ader platzte, während sie mit dem Baden ihrer Kinder beschäftigt war, an Verblutung sterben.

Man beobachtet Krampfadern am häufigsten bei Schlossern, Schmieden, Tischlern, Schriftsetzern, Bäckern, Heizern, Maschinisten u. s. w. Alle die daran Leidenden sollten stets die Beine mit Binden umwickeln, da anderenfalls das Leiden ausserordentlich zunimmt.

Eine andere Anomalie entsteht dadurch, dass junge oder schwache Personen sich Anstrengungen unterziehen müssen, denen ihr Körper nicht, oder noch nicht gewachsen ist. So geben bei im Wachstum begriffenen Personen, welche infolge ihrer Beschäftigung den ganzen Tag über auf den Beinen sind, die inneren Bänder an den Kniegelenken, welche zu schwach sind, um unausgesetzt den auf sie wirkenden Druck der Körperlast zu tragen, allmählich nach, sie dehnen sich, das Bein bekommt eine Winkelstellung nach innen, es entstehen die X-Beine. Diese waren bei Fabrikarbeitern in England so häufig, dass man das X-Bein als Fabrikbein, als „factory legs“ bezeichnete. Andere nennen es Bäckerbein, weil es bei Bäckern häufig ist. Indes findet man X-Beine in den verschiedensten Graden auch bei Kellnern, bei Spinnern, bei Schlossern, Schmieden, bei Kommis in Materialwarenläden u. s. w. Es ist diese Anomalie eine der bei der Musterung der Militärpflichtigen mit am häufigsten konstatierte.

In ganz ähnlicher Weise entsteht der Plattfuss bei Kellnern, tagsüber im Laden stehenden Kaufmannslehrlingen und den anderen bereits erwähnten Berufen. Wiederum sind hier die Bänder des Mittelfusses zu schwach, die Körperlast dauernd zu tragen, sie geben nach, das Mittel-

fussgewölbe sinkt ein, bis es auf dem Boden seinen Stützpunkt findet, und der Plattfuss ist fertig.

Andere Arbeiter haben eine zwar sitzende, aber vornübergebeugte Stellung, drücken den Brustkasten zusammen, wie z. B. Uhrmacher, Graveure, Lithographen, Diamantschleifer, Schuhmacher, Schneider u. s. w. u. s. w., wobei für die ersteren dieser Gruppen, wie oben schon bemerkt, noch die ausserordentliche Anstrengung der Augen hinzu kommt. Mindestens muss für solche Arbeiter für genügend helle Arbeitsplätze gesorgt werden, mag es sich um die natürliche oder um die künstliche Beleuchtung handeln. Bei Einführung der elektrischen Beleuchtung sollte man lieber auf einzelne grosse Flammen verzichten und viele kleine Flammen anbringen, weil die ersteren zu starke Schlagschatten werfen und diese die Arbeiter irritieren können. (Vergl. Abschnitt III.)

Werfen wir einen Blick auf die grosse Reihe von Schädlichkeiten, welche den Arbeiter bedrohen, so sehen wir, dass ihrer Legion ist und dass der Kampf ums Dasein unter der arbeitenden Bevölkerung gerade infolge der ungeheueren Kulturfortschritte der Neuzeit Formen annimmt, welche gebieterisch zu einem Einschreiten gezwungen haben. So grossartig, für sich betrachtet, die Leistungen in dieser Richtung bereits sich darstellen, so unzulänglich sind sie im Hinblick auf den Umfang der Industrie und die allgemeine Notlage der arbeitenden Bevölkerung. Schwer ist die Aufgabe, sie zu beseitigen, gewiss und häufig in unserer Zeit so wenig dankbar, dass man sich nicht wundern könnte, wenn auch der Eifrigste einmal mutlos verzagte und erlahmte. Aber der eingeschlagene Weg ist der richtige, und um auf ihm weiterzukommen, müssen die Besten unseres Volkes ihre höchste Kraft einsetzen. Hoffentlich wird es in den nächsten Jahrzehnten gelingen, den grimmigsten Feind, den schlimmsten Zerstörer in dieser Richtung, die Tuberkulose, einzuschränken.

Um einen Begriff davon zu geben, wie die gewerbliche Thätigkeit auf die Häufigkeit und Verbreitung der Tuberkulose einwirkt, erlauben wir uns eine Statistik hier zu reproduzieren, welche wir 1883 im Bericht über die Hygiene-Ausstellung 1883 im Abschnitt „Gewerbehygiene“ zuerst veröffentlichten. Die Zahlen betreffen das Jahr 1882 und sind amtlichen Quellen entnommen.

Von je 1000 der Gesamtbevölkerung beschäftigen sich: in der Provinz bezw. Stadt	mit Landwirtschaft	mit Industrie	mit Industrie gefährlicher Betriebe[1])	Von 10 000 der Gesamtbevölkerung starben an Tuberkulose
Ostpreussen	643,8	167,8	65,1	19,2
Westpreussen	605,5	192,0	77,5	17,8
Berlin	7,8	542,8	188,4	28,4
Brandenburg	444,3	326,5	209,2	24,1
Pommern	545,1	226,4	90,6	21,5
Posen	646,6	171,2	63,7	23,2
Schlesien	447,8	352,4	201,7	28,6
Sachsen	374,9	403,0	207,1	24,6
Schleswig-Holstein . . .	442,5	297,0	114,0	32,6
Hannover	500,6	290,4	134,6	31,0
Westfalen	351,5	516,3	298,4	46,4
Hessen-Nassau	405,3	344,1	170,2	32,9
Rheinland mit Hohenzollern	317,8	473,7	289,1	43,9

Nur ein Blinder kann den Zusammenhang zwischen diesen Zahlen leugnen wollen. Noch prägnanter können wir diese Verhältnisse zum Ausdruck bringen, wenn wir die Provinzen in die östliche Gruppe (Ost- und Westpreussen, Posen, Schlesien, Pommern, Brandenburg, Sachsen)[2]) und in die westliche Gruppe (Schleswig-Holstein, Hannover, Westfalen, Hessen-Nassau, Rheinland mit Hohenzollern) teilen. Dann ergiebt sich:

	Es beschäftigen sich vom 1000 der Gesamtbevölkerung mit Landwirtschaft:	mit den gefährlicheren Industrieen:	Es starben von 10 000 der Gesamtbevölkerung an Tuberkulose:
In der östlichen Gruppe	507,0	148,6	24,0
In der westlichen Gruppe	384,2	228,7	39,8

Wenn diese Zahlen einerseits eine traurige Wahrheit verkünden, so dürfen wir andererseits die sichere Hoffnung hegen, dass sich die Verhältnisse besser gestalten werden.

Deutschland ist durch Kaiser Wilhelm I. und seinen grossen Berater in eine neue Epoche getreten. Wie ausserordentlich die durch sie inaugurierten Arbeiterschutzgesetze in das Leben des Volkes einschneiden werden, lässt sich zur Zeit kaum ahnen. Künftige Generationen werden den Segen dieser Gesetze ernten.

[1]) Zu den gefährlicheren, d. h. in unserem Sinne eher Krankheit erzeugend als andere Industrieen, rechnen wir: Bergbau und Hüttenwesen, Industrie der Steine und Erden, Metall- (auch Eisen-) Be- und Verarbeitung, Textilindustrie, Baugewerbe.

[2]) Berlin mit seinen Ausnahmeverhältnissen muss hier fortfallen.

Der Arbeiter, der im Erkrankungsfalle mit seiner Familie nicht mehr zu hungern braucht, hat eine genügende Widerstandsfähigkeit, um die Krankheit zu überwinden und Gesundheit und Körperkraft wiederzugewinnen; für durch Betriebsunfall entstehende dauernde Gebrechen oder Verkrüppelung wird er entschädigt. Die Frau des Arbeiters hat nicht mehr nötig, bis zum letzten Tage der Schwangerschaft zu arbeiten; im Wochenbett kann ihr die nötige Schonung zu Teil werden; die Kinder können als gesunde Menschen aufwachsen. Der erkrankte Arbeiter kann seine Wohnung behalten, er hat nicht mehr nötig, wie früher, sein Eigentum Stück für Stück zu verpfänden, nur um nicht hungern zu müssen, er muss nicht mehr, wie sonst so oft, um die Bezahlung erschwingen zu können, ein schon kümmerliches Obdach noch mit anderen Personen teilen, und braucht nicht mehr unter Verhältnissen zu wohnen, die, falls sich nur ein Kranker unter den Bewohnern befand, die Infektion aller anderen gewissermaassen notwendig machte. Ein grosser Teil der Volksgesundheit, der früher auf diese Weise verloren ging, wird heute erhalten oder doch wiedergewonnen, und, wie nichts anderes werden diese Verhältnisse zur Hebung des Volkswohlstandes beitragen; am ersten werden diese verbesserten Verhältnisse sich in der gehobenen Wehrkraft des Volkes aussprechen. In absehbarer Zeit, daran zweifeln wir nicht, wird in den Musterungen der wehrpflichtigen jungen deutschen Mannschaft die Besserung der Volksgesundheit zum Ausdruck kommen.

Nur ein gesundes Volk kann ein zufriedenes Volk sein. Die Schaffung und Erhaltung der Volksgesundheit ist demnach das mit aller Kraft und allen Mitteln zu erstrebende Ziel; die Gewerbehygiene ist vor allem berufen, an seiner Erreichung mitzuarbeiten. Sein Ziel ist des Schweisses der Edeln wert.

II. Abschnitt.

Wesen und Bedeutung des Betriebsunfalls.

Von Dr. **H. Albrecht**, Gross-Lichterfelde.

Der Unfall im Sinne der sozialpolitischen Gesetzgebung charakterisiert sich als die körperschädigende, plötzliche und von dem Betroffenen nicht gewollte Einwirkung eines äusseren Thatbestandes auf einen Menschen. Betriebsunfall ist der Unfall dann, wenn der Betroffene demselben durch seine Beziehung zum Betriebe, namentlich durch seine Beschäftigung in demselben, in einem die Unfallgefahr des gewöhnlichen Lebens übersteigenden Maasse ausgesetzt gewesen ist.[1] Der Begriff des „plötzlichen“ in dieser Definition stellt den wesentlichen Unterschied gegenüber der Betriebskrankheit, d. h. einer allmählichen Affektion des Körpers dar, welche durch langdauernde Einwirkung der regelmässigen Beschäftigung im Betriebe hervorgebracht wird.

Lässt sich auf Grund dieses wesentlichen Unterscheidungsmerkmals der Betriebsunfall seinem Wesen nach mit hinreichender Sicherheit von der Betriebskrankheit abgrenzen, so ist dies nicht immer in dem gleichen Maasse der Fall, wenn wir nach den Ursachen beider Erscheinungsformen fragen, deren Ergründung uns in erster Linie die Handhaben für eine wirksame Unfallverhütung bieten wird. „Unfallverhütung und Krankheitsverhütung“, so heisst es in dem von Reichel entworfenen Programm für die Berliner Ausstellung für Unfallverhütung, „sind auf manchen Gebieten nur schwer zu trennen. Die plötzliche Einwirkung von giftigen Gasen bringt auf den menschlichen Organismus oft einen Schaden hervor, welcher als „Unfall“ bezeichnet wird, während sich bei allmählicher Einwirkung derselben Gase im Laufe der Jahre ein Schaden herausbildet, welcher eine „gewerbliche Krankheit“ genannt wird. Daher wird unzweifelhaft alles, was zur Verhütung solcher Krankheiten geschieht, gleichzeitig auch der Unfallverhütung dienen. Zuweilen ist auch

[1]) H. Rosin, Das Recht der Arbeiterversicherung, S. 274. Berlin 1893.

die Beseitigung von Dämpfen und von Staub unmittelbar insofern als eine Maassnahme der Unfallverhütung anzusehen, als sich erfahrungsmässig in Betriebsräumen, welche mit Staubmassen oder undurchsichtigen Dämpfen erfüllt sind, viel leichter Unfälle ereignen als in Räumen mit reiner Luft und freier Umschau. Dazu kommt noch ein weiterer Gesichtspunkt: der Arbeiter, welcher in einer guten gesunden Luft thätig ist, wird einer drohenden Gefahr mit viel klarerem Kopfe begegnen als derjenige, dessen Kopf benommen ist in der schlechten Luft, in welcher er sein Tagewerk verrichten muss.“

Mit voller Berechtigung haben daher manche Berufsgenossenschaften unter ihre Vorschriften zur Verhütung von Unfällen solche Bestimmungen aufgenommen, welche auf die Reinhaltung der Luft in den Arbeitsräumen abzielen, und wenn in dem Folgenden eine Teilung in dem Sinne vorgenommen ist, dass die Einrichtungen zur Verhütung von Gewerbekrankheiten gesondert von denjenigen zur Verhütung von Unfällen behandelt sind, so muss dabei immer im Auge behalten werden, dass sich diese Trennung in Wirklichkeit nicht in vollem Umfange durchführen lässt.

Es ist klar, dass die Hauptmasse der Betriebsunfälle sich auch im inneren Zusammenhang mit der Vornahme derjenigen Thätigkeiten vollzieht, aus denen der Betrieb sich zusammensetzt. Dementsprechend wird, abgesehen von der Erfüllung der eben angedeuteten Forderungen, die Hauptaufgabe der Unfallverhütung darin bestehen, die Betriebseinrichtungen so zu gestalten, dass die Möglichkeit der Herbeiführung von Unfällen durch diese Einrichtungen auf ein Mindestmaass zurückgeführt wird. Diese Forderung erleidet aber von vornherein gewisse Einschränkungen. Die eine derselben wird durch den Ausspruch eines der Arbeiterdelegierten, welche der Magistrat von Frankfurt a. M. zur Berichterstattung über die Unfallverhütungsausstellung nach Berlin geschickt hatte, in drastischer Weise illustriert. Derselbe sagt in seinem Bericht über gewisse Arbeitsmaschinen, an denen ein Zuviel an Schutzvorrichtungen besonders stark hervortrat, mit voller Berechtigung: „Man muss es immer so machen, dass man mindestens auch noch daran arbeiten kann.“ Es ist in vielen Fällen unmöglich, die Maschine, in erster Linie die Arbeitsmaschine, so mit Schutzvorrichtungen zu umgeben, dass sie zu einem absolut gefahrlosen Werkzeuge wird. Das widerspricht ihrem eigensten Wesen, das würde die Arbeitsmöglichkeit so beschränken, dass vor allem auch der Verdienst des Arbeiters darunter leiden würde. Die Nichtbeachtung dieses Momentes, das Zuweitgehen in den Anforderungen an die Unfallsicherheit wird aber auch die Folge haben, dass selbst der Arbeitgeber, der bereit ist, jedem billigen Verlangen Rechnung zu tragen, anfängt, Widerstand zu leisten: das ganze System verfällt in Misskredit.

An jede Schutzvorrichtung muss daher in erster Linie die Forderung gestellt werden, dass sie handlich und so angeordnet ist, dass sie die eigentliche Arbeitsverrichtung möglichst wenig behindert.

Dazu kommt ein zweites Moment, durch welches die Möglichkeit, Betriebsunfälle ganz aus der Welt zu schaffen, eine sehr wesentliche Einschränkung erleidet. Wir besitzen heute in der Unfallstatistik der gewerblichen Berufsgenossenschaften, welche das Reichs-Versicherungsamt im Jahre 1887 erhoben hat,[1]) einen ziemlich zuverlässigen Maassstab für die Beurteilung aller dieser Fragen und entnehmen derselben die Thatsache, dass mehr als der vierte Teil aller Unfälle sich durch eigenes Verschulden der Arbeiter ereignete. Die Ursachen waren Ungeschicklichkeit und Unachtsamkeit, das Handeln gegen bestehende Vorschriften, Leichtsinn, die Nichtbenutzung oder Beseitigung vorhandener Schutzvorrichtungen u. s. w. Gerade hier liegt die Grenze, bis zu welcher es überhaupt möglich sein wird, den Fabrikbetrieb zu einem möglichst gefahrlosen zu gestalten. Dieses Entstehen von Unfällen durch eigenes Verschulden, der zähe und ermüdende Widerstand, welchen die Arbeiter selbst allen Neuerungen auf diesem Gebiete entgegensetzen, ist tief in der menschlichen Natur begründet. Die Ursache dafür liegt zum Teil in dem jedem Menschen innewohnenden konservativen Hange, am Althergebrachten festzuhalten, zum Teil in der Ansicht der Arbeiter, es sei feige, der Gefahr nicht in das Gesicht zu sehen — er setzt eine Art Stolz darein, ihr zu trotzen. Viel wesentlicher aber fällt ins Gewicht, dass der stete Umgang mit der Gefahr naturnotwendig das Bewusstsein für dieselbe abstumpft. Wenn man erwägt, dass der Arbeiter oft tausende von Malen am Tage denselben Handgriff auszuführen hat, so wird man zugeben, dass mehr als die Durchschnittsenergie eines Menschen dazu gehört, sich der damit verbundenen Gefahren bewusst zu bleiben und danach mit Überlegung zu handeln. Wo immer daher die Schuld an einem Unfall auf eine noch so grobe Fahrlässigkeit zurückzuführen ist, wird man doch in jedem Falle mildernde Umstände gelten lassen müssen.

Auf der anderen Seite legt aber diese Erwägung die Forderung nahe, dass, wo es immer angeht, die Schutzvorrichtung so eingerichtet wird, dass es vollkommen dem Belieben des Arbeiters entrückt ist, dieselbe in Funktion treten zu lassen oder nicht. Nur dann wird dieselbe im gegebenen Moment unbedingt ihre Schuldigkeit thun. Dem Scharfsinn des Konstrukteurs ist damit ein weites Feld seiner Bethätigung gegeben, denn von einer grossen Zahl von Schutzvorrichtungen wird diese Bedingung noch keineswegs erfüllt.

[1]) Amtliche Nachrichten des Reichs-Versicherungsamts 1890, S. 199—448.

Diese allgemeinen Bemerkungen vorausgeschickt, wird es weiterhin unsere Aufgabe sein, an der Hand der Unfallstatistik einen Anhalt zu suchen, welche besonderen Betriebseinrichtungen es sind, die den Arbeiter in erster Linie mit Gefahren bedrohen, um auf Grund der Erkenntnis der Ursachen der Gefahr die Ziele anzudeuten, auf welche die Bestrebungen zu ihrer Beseitigung in erster Linie gerichtet sein müssen. Denn so sehr für die Beurteilung dieser Fragen die persönlichen Erfahrungen des Einzelnen in Betracht kommen, kann doch erst eine zahlenmässige Zusammenstellung, welche die Natur der Unfälle nach der Zeit und Gelegenheit, nach den Ursachen und Folgen zum Ausdruck bringt, diejenigen allgemeinen Gesichtspunkte gewinnen lassen, welche für eine wirksame Unfallverhütung maassgebend sind.

Die oben bereits erwähnte Statistik der im Jahre 1887 im Bereiche der gewerblichen Berufsgenossenschaften [1]) vorgekommenen entschädigungspflichtigen Unfälle, welche uns das Material für eine solche Beurteilung an die Hand giebt, erstreckt sich auf 319 453 versicherte Betriebe mit 3 861 560 versicherten Personen. Aus diesen Betrieben wurden 106 001 Unfallanzeigen erstattet; die Zahl der Verletzten, für welche Entschädigungen festzustellen waren, belief sich auf 15 970. Von diesen hatten 2956 = 18,51 °/$_0$ den Tod der Verletzten, 2827 = 17,70 °/$_0$ eine dauernde völlige, 8126 = 50,88 °/$_0$ eine dauernde teilweise Erwerbsunfähigkeit der Verletzten zur Folge, während die übrigen Unfälle weniger schwere Folgen hinterliessen, immerhin aber eine über die dreizehnte Woche hinausreichende Erwerbsunfähigkeit zur Folge hatten. Auf 1000 versicherte Personen entfielen 0,77 Getötete und 3,37 schwer Verletzte.

Die Verletzungen bestanden in 851 Fällen in Verbrennungen, Verbrühungen oder Ätzungen, in 14 840, also in weitaus den meisten Fällen, in auf mechanischem Wege herbeigeführten Wunden, Quetschungen, Knochenbrüchen u. s. w., in 114 Fällen erstickten, in 147 Fällen ertranken Personen, in 18 Fällen erlitten Arbeiter durch Frost, Blitz u. a. m. Verletzungen. Die Verbrennungen u. s. w. führten in 214 Fällen = 25,15 °/$_0$ derselben, die Wunden in 2465 = 16,61 °/$_0$ derselben den Tod herbei.

Von besonderem Interesse für unsere Betrachtungen ist die Art und Weise, wie sich die Unfälle auf die einzelnen Betriebseinrichtungen verteilen. Es kommen auf Verletzungen durch Maschinen 4287 Fälle oder 26,84 °/$_0$, darunter 469 = 10,94 °/$_0$ Todesfälle; auf anderweitige Verletzungen 11 683 Fälle oder 73,16 °/$_0$, darunter 2487 = 21,29 °/$_0$ Todes-

[1]) Im Jahre 1891 ist diese Statistik auch auf die Betriebe der Land- und Forstwirtschaft ausgedehnt (Amtl. Nachrichten des Reichs-Versicherungsamts 1893, S. 233 bis 426). Die Resultate dieser letzteren Erhebung fallen für uns ausser Betracht.

fälle. Unter den Verletzungen durch Maschinen nehmen der Zahl nach die Arbeitsmaschinen mit 2803 Unfällen die erste Stelle ein. Es folgen die Fahrstühle, Aufzüge u. s. w. mit 899 Unfällen, die Transmissionen mit 369 und die Motoren mit 216. Von den Unfällen an Fahrstühlen u. s. w. führten 27,25 °/₀ der Fälle zum Tode; bei den Transmissionen ergiebt sich eine Todesziffer von 26,02 und bei den Motoren eine solche von 17,59 °/₀. Dagegen erwiesen sich die Unfälle an Arbeitsmaschinen als verhältnismässig weit ungefährlicher: dieselben hatten nur in 3,21 °/₀ der Fälle den Tod zur Folge. Unter den anderweiten Verletzungen nehmen der Zahl nach die Unfälle durch den Zusammenbruch und Einsturz von Fels-, Sand-, Erdmassen, Gerüsten u. s. w. die erste Stelle mit 3322 Fällen ein. Hiernach kommen die Unfälle durch den Sturz der Arbeiter von Treppen, Leitern, Gerüsten u. s. w., in Vertiefungen u. s. w., und auf ebener Erde mit 2313 Fällen und die Unfälle beim Auf- und Abladen, Heben und Tragen u. s. w. mit 1582 Fällen. Beim Gebrauch von Handwerkszeug und einfachen Geräten ereigneten sich 898 entschädigungspflichtige Unfälle. Die schwersten Folgen hatten, abgesehen von den Unfällen bei der Schiffahrt, die uns hier nicht interessieren, diejenigen beim Betriebe der Dampfkessel, bei denen 48,00 °/₀, und diejenigen beim Umgehen mit feuergefährlichen, heissen und ätzenden Stoffen, von denen 34,31 °/₀ tötlich verliefen.

Wenn wir nach dieser allgemeinen Übersicht auf Einzelheiten eingehen, so werden wir — der Anlage dieses Werkes entsprechend — dabei von den Unfällen an Werkzeugmaschinen absehen. Die Zahl der Einzelverrichtungen derselben und dementsprechend auch die der Unfallmöglichkeiten ist überdies eine so grosse, dass sie einer Gruppierung unter einheitliche Gesichtspunkte die grössten Schwierigkeiten entgegensetzt. Es sei daher dieserhalb auf das citierte Quellenwerk (S. 300 u. f.) hingewiesen.

Eine, wenn auch nicht gerade beträchtliche Anzahl von Unfällen ereignet sich infolge mangelhafter oder fehlerhafter baulicher Einrichtungen. Wenn wir uns an die Einteilung der folgenden Abschnitte halten, so kommen hier zuerst die durch Fall zur ebenen Erde herbeigeführten Unfälle in Betracht. In unserer Statistik sind deren 567 verzeichnet. Bei 308 derselben wird Ausgleiten als die Ursache des Falles angegeben; 26 davon hatten einen tötlichen Ausgang. Von diesen Unfällen ereigneten sich 50 auf dem durch Schnee, Reif und Glatteis schlüpfrig und glatt gewordenen, sowie auf gefrorenem Erdboden. Mehrfach waren durch häufigen Gebrauch glattgefahrene Karrbohlen und Schienen, oftmals aber auch eiserne Platten, die teils zur Abdeckung

von Öffnungen, teils zur Herstellung der Fussböden dienten, ferner glatter, nasser oder fettiger Fussboden die Ursache des Ausgleitens. Spielen hierbei auch Zufälligkeiten eine grosse Rolle, so wird doch eine beträchtliche Anzahl dieser Unfälle durch Berücksichtigung derselben bei der Wahl des Fussbodenmaterials vermieden werden können. Durch Fall infolge Stolperns u. a. m. wurden 259 Unfälle herbeigeführt, darunter 27 mit tötlichem Ausgang. Auch hier sind oft Zufälligkeiten die Ursache der Unfälle; Freihaltung des Fussbodens von allem nicht Hingehörigen und ausreichende Beleuchtung der Arbeitsstätten würden indessen auch von diesen Unfällen manchen verhütet haben.

Bei den Unfällen durch Sturz aus Fenstern, Luken, vom Dache u. a. m. sind vorwiegend die Arbeiter des Baugewerbes beteiligt. Durch entsprechende Einfriedigungen, Begehbarmachung der Dachrinnen und andere im III. Abschnitt zu besprechende Einrichtungen können diese Unfälle wesentlich eingeschränkt werden. Dasselbe gilt von den Unfällen, die sich durch Herabfallen von Galerieen und Verbindungsbrücken, in Vertiefungen u. a. ereignen. Eine verhältnismässig grosse Zahl von Unfällen wird durch Fall der Arbeiter von Treppen verursacht; die Statistik zählt deren 182 mit 28 Todesfällen auf. Es wird daher überall darauf zu halten sein, dass die Treppen mit Rücksicht hierauf angelegt, in gutem Zustande erhalten und hinreichend erleuchtet werden.

Die durch Feuersbrünste herbeigeführten Unfälle sind verhältnismässig selten: es wurden aus diesem Anlass 10 Personen verletzt, von denen 7 den erhaltenen Brandwunden erlagen. Die besonderen Maassnahmen, die zu treffen sind, um den Ausbruch von Schadenfeuern in Fabriken zu verhüten, und die Rettungsmittel bei Feuersgefahr werden im III. Abschnitt eingehende Besprechung finden.

Sehr viel häufiger geben andere Ursachen den Anlass zu Verbrennungen. Infolge von Explosion und Entzündung von Gasen, Petroleum, Benzin, Spiritus u. a. verunglückten 257 Personen, darunter 166 Angehörige der Knappschaftsberufsgenossenschaft infolge Explosion schlagender Wetter. Gerade diese Unfälle zeichnen sich durch ihre besondere Schwere aus; 54,86 % derselben nahmen einen tötlichen Ausgang. Durch glühendes Metall, Schlacke, Asche u. s. w. erlitten 233 Personen Unfälle, von denen der Hauptanteil, 179 Fälle, auf die Eisen- und Stahlberufsgenossenschaft entfällt. In einer verhältnismässig grossen Zahl der Fälle führen diese Unfälle zu Verletzungen der Augen. Ueber die Verhütung dieser Verletzungen vergl. Abschnitt VIII. Wasserdampf, heisses Wasser und heisse Flüssigkeiten waren die Ursache von Verbrühungen in 95 Fällen, von denen 19 auf die Zuckerberufsgenossenschaft, 18 auf die Brauerei- und Mälzereiberufsgenossenschaft, 17 auf

die Textilberufsgenossenschaften (Färbereien) und 12 auf die Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie entfallen; 29,47 % dieser Unfälle führten zum Tode. Sehr häufig handelt es sich bei diesen Unfällen um Hineinfallen in Bottiche, welche die heissen Flüssigkeiten enthalten. Durch ätzende Stoffe, Laugen, Säuren, gelöschten Kalk u. a. verunglückten 153 Personen, darunter 59 Angehörige der Baugewerksberufsgenossenschaft und 48 der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie; 16,99 % der Verletzten erlitten den Tod. Endlich sind 72 Unfälle durch giftige Stoffe und Gase u. a. herbeigeführt mit dem naturgemäss sehr hohen Sterblichkeitsanteil von 81,94 %. Es handelt sich hier um Grubengase, Gase chemischer Betriebe, Brunnen- und Latrinengase, Heiz- und Leuchtgas und ähnliche. In 6 Fällen erstickten Arbeiter durch Hineinfallen in Abfallrohre und das Nachgleiten staubförmiger Körper (Mahlgut).

Über die Verhütung dieser in ebenso mannigfacher Erscheinungsform auftretenden Unfälle, wie ihre Ursachen verschiedenartigster Natur sind, werden sich im Abschnitt VI Andeutungen finden, soweit dieselben in den Rahmen dieses Werkes gehören. Gerade hier grenzt das Gebiet der Unfallverhütung vielfach unmittelbar an das der Gewerbehygiene an.

Eine vollkommen gesonderte Stellung nehmen dann endlich diejenigen Einrichtungen ein, denen der III. Teil dieses Werkes gewidmet ist. Der Motor, einschliesslich des zugehörigen Kessels, die Transmission und die Einrichtungen zur Hebung von Lasten sind die eigentlichen Attribute des maschinellen Grossbetriebes. Sie sind, im Gegensatz zu der Mannigfaltigkeit der Werkzeugmaschinen, allen oder doch den meisten Betrieben eigen, die überhaupt der maschinellen Kraft für den Fabrikationsprozess bedürfen. Bei aller Verschiedenheit im einzelnen werden sich daher gerade hier gewisse einheitliche Gesichtspunkte aufstellen lassen, die für die Verhütung der Gefahren, welche diese Einrichtungen schon wegen der Häufigkeit ihres Verkommens in ganz besonderem Umfange bedingen, maassgebend sein müssen.

Am frühsten haben diese Bestrebungen auf dem Gebiete des Dampfkesselwesens zu einem Ergebnis geführt. Der Dampfkessel, der Quell, aus dem der gesamte industrielle Fortschritt sein Lebenselement zieht, dieser wichtigste technische Apparat, der zugleich der verbreitetste ist, weil kaum ein Zweig der gewerblichen Thätigkeit seiner entraten kann, birgt Gefahren in sich, die bei weitem die sinnfälligsten von allen mit dem Fabrikbetriebe verbundenen Schädlichkeiten sind. Der explodierende Kessel äussert weit über seine nächste Umgebung hinaus seine verheerenden Wirkungen, er wird daher, im Gegensatz zu der Arbeits-

maschine, oft zu Massenunfällen Anlass geben, deren Schrecknisse in jedem Einzelfalle unmittelbar zu den erregten Gemütern sprechen und dringend zu einer Beseitigung der Gefahren auffordern. Daher die verhältnismässig frühzeitigen Anläufe, durch besondere Vorkehrungen, namentlich durch geeignete Kontrollmaassnahmen bei der Einrichtung und während des Betriebes von Dampfkesseln die Gefahren herabzumindern. Denn der häufigste Anlass zu Kesselexplosionen ist durch fehlerhafte Konstruktion, schlechtes Material und andere Umstände gegeben, die bei geeigneter Ueberwachung und häufiger sachverständiger Revision vermieden werden können.

Unter den Bestrebungen, die Gefahren beim Betriebe von Dampfkesseln auf das geringste Maass einzuschränken, nehmen die Dampfkessel-Ueberwachungsvereine den allerersten Platz ein. Der älteste dieser Vereine, die Badische Gesellschaft zur Ueberwachung von Dampfkesseln, trat im Jahre 1866 ins Leben. Ihr folgten rasch eine grössere Anzahl ähnlicher Vereine, die — wenigstens in Preussen — insofern auch die gesetzliche Anerkennung erhalten haben, als das Regulativ zur Ausführung des Gesetzes vom 3. Mai 1872, den Betrieb von Dampfkesseln betreffend, bestimmte, dass Dampfkessel, deren Besitzer den staatlich anerkannten Vereinen angehören, von der amtlichen Revision befreit sind. Diese letztere wird bekanntlich seit der Neuorganisation der Gewerbeaufsicht von den staatlichen Organen für die letztere ausgeübt.

Es ist höchst bemerkenswert, dass unter den 15 970 entschädigungspflichtigen Unfällen des Jahres 1887 nur 75 = 0,47 % auf Dampfkessel und sonstige unter Dampfdruck stehende Apparate entfallen, auf Explosionen sogar nur 36 = 0,22 %. Die amtliche Statistik führt diese fast auffallend erscheinende Thatsache mit Recht zum wesentlichen Teil auf die schon früh bethätigte Fürsorge für die Ueberwachung der Dampfkessel zurück. Wie schwer solche Unglücksfälle, wo sie eintreten, in der Regel verlaufen, geht daraus hervor, dass von den durch Explosionen verletzten Personen 69,44 % den Tod erlitten. Bei einer einzigen, in einem Eisenhüttenwerke erfolgten Kesselexplosion wurden zu gleicher Zeit 22 Dampfkessel zertrümmert, wobei zehn Personen getötet wurden, eine schwere Verletzungen erlitt.

Wir wollen nicht unterlassen, im Anschluss hieran einer zweiten Vereinsorganisation zu gedenken, die schon früh ihre Bestrebungen darauf gerichtet hat, wenn auch auf einen kleineren Wirkungskreis beschränkt, die Gefahren des Fabrikbetriebes herabzumindern. Es ist die noch unter französischem Regime entstandene „Association pour prévenir les accidents de machines“ in Mülhausen im Elsass. Die Gesellschaft wurde im Jahre 1867 von zweiundzwanzig Firmen gegründet, die durch-

weg den Kreisen der Textilindustrie angehörten, ein Wirkungskreis, auf den die Gesellschaft, entsprechend dem Vorwiegen dieses Zweiges der gewerblichen Thätigkeit in Elsass-Lothringen, in der Hauptsache beschränkt geblieben ist, wenngleich mit dem raschen Anwachsen der Mitgliederzahl auch andere Gewerbebetriebe mit aufgenommen sind. Der in den Statuten ausgesprochene Zweck der Gesellschaft war und ist geblieben, Unglücksfällen an Maschinen, die vermeidbar sind, vorzubeugen, und zwar durch Inspektionen, durch Mitteilungen über Anordnungen an Maschinen, welche am besten geeignet sind die Arbeiter zu schützen, sowie durch Verbreitung zweckmässiger Betriebsvorschriften.

Die Reichslande haben bekanntlich erst seit dem 1. Januar 1889 einen staatlichen Fabrikaufsichtsbeamten erhalten, und trotzdem lehrt die Statistik des Jahres 1887, dass von allen Gebietsteilen des Deutschen Reiches auf Elsass-Lothringen die wenigsten Unfällle kommen, d. h. 2,97 auf 1000 versicherte Personen, während dieser Anteil in Bayern 4,60, in Preussen 4,44, in Württemberg 4,18, in Sachsen 3,14 beträgt. Der amtliche Bericht deutet es nur schüchtern an, dass sich in diesen Zahlen vielleicht der Erfolg einerseits der frühzeitig auf die Unfallverhütung gerichteten Vereinsthätigkeit in den Reichslanden, andererseits der entwickelten staatlichen Aufsicht im Königreich Sachsen wiederspiegelt.

Wenn wir dieses zahlenmässige Ergebnis in der That auf das von einheitlichen Gesichtspunkten geleitete Vorgehen der Mülhausener Gesellschaft zurückführen dürfen, so können wir die Thatsache nur freudig begrüssen, dass endlich auch die Bestrebungen, für das gesammte Deutsche Reich zu einheitlichen Vorschriften für gewisse Gebiete der Unfallverhütung zu gelangen, der Verwirklichung ihres Zieles entgegensehen.

Diese, durch die geplante Aufstellung von „Normal-Unfallverhütungsvorschriften" seitens des Verbandes der deutschen Berufsgenossenschaften demnächst zum Abschluss gelangende Phase der Arbeiterschutzbestrebungen hat eine ziemlich weit zurückreichende Vorgeschichte. Auf die Initiative der preussischen Regierung trat der Bundesrat im Jahre 1879 an die Aufgabe heran, auf Grund der ihm durch § 120, Absatz 3, der Gewerbeordnung gegebenen Befugnis eine einheitlichere Regelung des Arbeiterschutzes herbeizuführen. Er veröffentlichte einen Entwurf von „Vorschriften betreffend den Schutz gewerblicher Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit", welcher neben eigentlich gewerbehygienischen Vorschriften Bestimmungen enthielt, die den Unfallschutz unter gewisse allgemein giltige Gesichtspunkte bringen sollten. Der Entwurf war bestimmt, in industriellen Kreisen erörtert und dann in einer dazu einberufenen Sachverständigenkonferenz durchberaten zu werden, die aus Vertretern von Gewerbe und Industrie bestehen sollte. Derselbe rief, bei der einschneidenden Bedeutung, welche die Durchführung der Vorschläge für das gesamte gewerbliche Leben haben musste, eine eingehende Diskussion, namentlich in technischen Kreisen hervor. Man wandte gegen dieselben in erster Linie ein, dass eine jede gesetzliche Verordnung eine gewisse Gleichmässigkeit derjenigen Verhältnisse, auf welche sie Anwendung finden solle, voraussetzen müsse, wenn sie zweckentsprechend wirken solle.

Diese Voraussetzung treffe aber im vorliegenden Falle nicht zu. Die gewerblichen Anlagen seien, je nach Örtlichkeit und innerer Einrichtung, Intelligenz der Arbeiter u. s. w., derartig verschieden, dass es unmöglich erscheine, Regeln aufzustellen, nach welchen zwei Fabriken derselben Gattung einheitlich behandelt werden könnten.

Im September 1880 trat dann die erwähnte Sachverständigenkonferenz zusammen, in welcher der Entwurf des Bundesrats in mehrtägiger Beratung eingehend erörtert, vielfach modifiziert und in der endlich angenommenen Fassung für den Erlass einer Verordnung empfohlen wurde. Der Entwurf ist nicht Gesetz geworden. Der Reichskanzler soll die Bestätigung desselben beanstandet und erklärt haben, es würde durch die bedingte und unbestimmte Fassung der meisten Vorschriften dem Ermessen der Aufsichtsbehörden ein so weiter Spielraum gelassen, dass ohne Einführung eines schiedsrichterlichen Verfahrens der Erlass der Vorschriften bedenklich erscheine.

Von den Freunden des Entwurfs wurde schon damals bestritten, dass es unmöglich sei, gewisse technische Einrichtungen, z. B. Transmissionen, Dampfmaschinen, Fahrstühle u. a. m. nach gemeinschaftlichen Gesichtspunkten zu behandeln. Solchen Gesichtspunkten bestimmte Fassung zu geben, sei nützlich und geboten, und die Kesselrevisionsvereine, deren Leistungen in jeder Hinsicht anzuerkennen seien, beweisen die Möglichkeit dieses Vorgehens, denn die Existenz dieser Vereine beruhe auf der Handhabung und gewissenhaften Ausführung bestehender gesetzlicher Vorschriften, welche sehr in das einzelne gehen. Wir begrüssen es mit um so grösserer Genugthuung, dass diese Anschauungen jetzt zur Herrschaft gelangt sind, als wir selbst bei wiederholten Gelegenheiten auf die Notwendigkeit eines solchen Vorgehens hingewiesen haben.[1])

Auch noch aus einem anderen Gesichtspunkte erscheint es von Bedeutung, nach dieser Richtung zu einheitlichen Forderungen zu gelangen. Die neuere Gesetzgebung auf dem Gebiete des Unfallschutzes hat, wie das nicht anders zu erwarten war, den gesammten Maschinenbau auf das bedeutsamste beeinflusst. Der Abnehmer der Maschine wird unter den heutigen Verhältnissen von zwei sonst gleichwertigen Maschinen stets die wählen, welche den gefahrlosesten Betrieb gewährleistet, weil er ein materielles Interesse daran hat, dass sein Betrieb in eine möglichst niedrige Gefahrenklasse eingeschätzt wird. Unter dem Druck dieser Thatsache hat der Maschinenkonstrukteur sich längst entschliessen müssen, auf zweckentsprechende Schutzvorrichtungen beim Bau seiner Maschine Rücksicht zu nehmen. Nun liegt es aber, wie leicht einzusehen ist, im hohen Grade im Interesse des Maschinenfabrikanten, namentlich desjenigen, der sich speziell mit dem Bau von Motoren, Transmissionsteilen u. s. w. beschäftigt, dass nicht die für eine Berufsgenossenschaft gefertigte Maschine mit Bezug auf die Schutzvorrichtungen anders gestaltet zu sein braucht als die von der andern verlangte. Sowohl der ökonomische Betrieb der Maschinenfabrik, als der technische Fortschritt auf dem Gebiete des Un-

[1]) Vergl. u. a. Schmoller's Jahrbuch für Gesetzgebung, Verwaltung und Volkswirtschaft N. F. XIV, 1. Heft, S. 153; ferner Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I, S. 748 ff. Berlin 1890.

fallschutzes wird aus der Einheitlichkeit der Vorschriften wesentliche Vorteile ziehen.

Wie steht es nun bei dem heutigen Stande der Technik mit der Durchführbarkeit dieser Forderung? Wir müssen, um auf diese Frage zu antworten, nunmehr etwas näher auf die Einrichtungen, die wir hierbei im Auge haben, eingehen. Der Verhütung von Unfällen, die durch Dampfkesselanlagen drohen, haben wir bereits gedacht. Von den übrigen Betriebseinrichtungen kommen also für unsere Betrachtung zunächst die Motoren, dann die Transmissionen und endlich die Aufzüge, Fahrstühle und ähnliches in Betracht. Während, wie wir oben gesehen haben, die durch Dampfkessel herbeigeführten Unfälle der Zahl nach gering sind, entfallen auf die genannten drei Kategorieen insgesammt 1484 entschädigungspflichtige Unfälle, denen 2803 Unfälle an Arbeitsmaschinen gegenüberstehen. Gegenüber dieser grösseren Zahl der Unfälle an Werkzeugmaschinen finden wir aber, dass die durch Motoren, Transmissionen und Fahrstühle verursachten Verletzungen die weitaus gefährlicheren sind, denn während nur 3,21 % der durch Werkzeugmaschinen bewirkten Unfälle den Tod der Verletzten herbeiführten, beträgt dieser Anteil bei den Unfällen an Fahrstühlen 27,25 %, an Transmissionen 26,02 %, an Motoren 17,59 %.

Der Motor — bei seiner überwiegenden Häufigkeit dürfen wir den Dampfmotor als Typus für die ganze Kategorie wählen — stellt eine mechanische Vorrichtung dar, welche aus vielen einzelnen, während der Benützung sich fortwährend bewegenden Teilen besteht, die trotz dieser Bewegung von den mit der Wartung betrauten Personen beständig kontrolliert und in Ordnung gehalten werden sollen. Jeder dieser bewegten Teile kann dem sich unvorsichtig Nähernden Verletzungen zufügen. Daraus ergiebt sich als oberster Grundsatz, der nicht nur für den Motor, sondern viel allgemeiner für die Unfallverhütung überhaupt aufgestellt werden muss, dass alle sich bewegenden Teile, soweit sie in den gewöhnlichen Verkehrsbereich fallen, eingefriedigt sein sollten. Wie in jedem einzelnen Falle diese Einfriedigungen einzurichten sind, hängt von den jedesmal obwaltenden Verhältnissen ab, jedenfalls aber muss stets die Erwägung maassgebend sein, dass die Sicherheitsvorkehrungen soweit auszudehnen sind, als es irgend mit der Möglichkeit, die Maschinen oder Apparate bestimmungsmässig zu benutzen, vereinbar ist.

Wenn diese ganz allgemein gehaltene Forderung überall erfüllt würde, dann wäre eine ganze Kategorie von Unfällen, wie sie die amtliche Statistik aufzählt, von vornherein ausgeschlossen. Da lesen wir von einem Arbeiter, der mit seinem Nebenarbeiter um eine Zigarre rang und dabei ausglitt; ihm wurde vom Kreuzkopf der Maschine der rechte Arm

zerschmettert. Von zwei anderen, im Scherz mit einander ringenden Arbeitern stürzte der eine über die zu niedrige Schwungradeinfriedigung und wurde getötet. Eine Arbeiterin glitt mit ihren durch Eis und Schnee geglätteten Holzschuhen aus, fiel unter der nur aus einer einfachen Eisenstange bestehenden Einfriedigung hinweg in das Schwungrad der Maschine und wurde zermalmt u. s. f. Die grössere Zahl der Unfälle an Motoren allerdings betrifft, wie die Statistik ergiebt, diejenigen, welche bei der berufsmässigen Wartung der Maschine, sei es durch eigene Unvorsichtigkeit, sei es infolge des Fehlens einer Schutzvorrichtung, die den Unfall hätte verhüten können, mit einem der bewegten Teile in Berührung kommen. Eine grosse Zahl derartiger Unfälle wird dadurch hervorgerufen, dass der Arbeiter, um die Maschine in Gang zu setzen, in die Speichen des Schwungrades eingreift, dass dieses unter dem Druck des nicht völlig abgesperrten oder zu früh eingelassenen Dampfes plötzlich in rasche Bewegung gerät und den Arbeiter verletzt. Diese Unfälle könnten verhütet werden, wenn allgemein gefordert würde, was eine Reihe von Berufsgenossenschaften bereits vorschreibt, dass das Andrehen des Schwungrades durch eine mechanische Vorrichtung bewirkt wird. Noch häufiger sind die Verletzungen, welche dadurch entstehen, dass der Maschinist die Dampfmaschine während des Ganges, häufig gegen das ausdrückliche Verbot, schmiert, eine Manipulation, die durch selbstthätige Schmiervorrichtungen, wie sie in hoher technischer Vollkommenheit vorhanden sind, leicht vermieden werden kann. Würde endlich noch das Verbot, die Maschine während des Ganges zu putzen, allgemeiner durchgeführt, so könnten thatsächlich die Unfälle an Motoren auf ein verhältnismässig geringes Maass reduziert werden, das dadurch bedingt wird, dass selbst die strengsten Verbote und die besten Schutzvorrichtungen, oft mit wahrhaftem Raffinement von den Arbeitern umgangen werden. Berichtet doch u. a. die amtliche Statistik von einem Heizer, der auf die im Gange befindliche Maschine zu klettern versuchte und von der Schwungradwelle erfasst wurde, die ihn einige Male mit herumdrehte und tötete.

Unter den Begriff der Transmission fallen alle diejenigen Maschinenteile, welche bestimmt sind, die von dem Motor erzeugte Bewegung auf die Arbeitsmaschinen zu übertragen. Oft handelt es sich dabei um grössere Entfernungen, die zu überwinden sind; durch eine Reihe nebeneinander gelegener Räume, von einer Etage zur andern ist die rotierende Bewegung der Hauptwelle auf andere Wellen, von diesen wieder auf den Bewegungsmechanismus der Arbeitsmaschine überzuleiten. Alles was diesem Zwecke dient: Wellen, Kuppelungen, Zahnradgetriebe, Riemenscheiben, Riemen, Seiltriebe fällt unter den gemeinsamen Begriff der Transmission. Aber so mannigfach deren einzelne Teile sind, so gleich-

artig ist ihre Anordnung in den verschiedensten gewerblichen Anlagen, überall kehren dieselben Grundprinzipien der Konstruktion wieder, und gerade hier ist es, in noch höherem Maasse als bei der Kraftmaschine, möglich, allgemein giltige Regeln für die Behandlung aufzustellen. Zunächst muss auch hier wieder die Forderung gestellt werden, deren wir schon mit Bezug auf die bewegten Teile des Motors gedacht haben: alle bewegten Teile von Transmissionen, welche so belegen sind, dass Menschen bei der Arbeit oder beim Verkehr in Berührung mit denselben geraten können, müssen mit Schutzvorrichtungen umgeben sein. Die Arbeitsmaschine kann man nicht einkapseln, das würde ihrem Zweck direkt widersprechen, eine sich drehende Welle, die uneingefriedigt innerhalb des Verkehrsbereiches durch den Arbeitsraum geht, ein Zahnradgetriebe, das nicht mit einer festen Hülle umgeben ist, ein Riemen- oder Seiltrieb, der nicht gegen jede Berührung gesichert ist, bedeutet ein freventliches Herausfordern von Gefahren, die durch geeignete Gegenmaassnahmen vermieden werden können. Auch hier ragt in zweiter Linie wieder die Zahl der Unfälle hervor, welche dadurch entsteht, dass der Arbeiter die in Bewegung befindlichen Teile der Transmission zu reinigen oder zu schmieren versucht, und das generelle Verbot dieser Hantierungen während des Ganges der Maschine ist daher hier in demselben Maasse, wie mit Bezug auf die bewegten Teile des Motors am Platze. Auch jedes Kürzen, Nähen, Binden und Ausbessern von Riemen während des Ganges oder während dieselben auf den Triebwellen oder Riemenscheiben aufliegen, ist streng zu untersagen, weil im letzteren Falle ein plötzliches unerwartetes Ingangsetzen der Wellen die schwersten Unfälle herbeiführen kann.

Von allen Unfällen an Transmissionen kommt weit über die Hälfte auf die Manipulation des Auflegens des Riemens auf die Riemenscheibe. Dieses Auflegen der Riemen ist eine der häufigsten Verrichtungen, die im Fabrikbetriebe vorkommen, und leider ist es heute noch überall gang und gäbe, dass dieselbe während des Ganges der Wellenleitung von dem Arbeiter mit der Hand ausgeführt wird. Dabei wird nur zu häufig zunächst der Arm des Betreffenden von dem Riemen mitgezogen, von letzterem fest gegen die Welle oder die Riemenscheibe gepresst, dann wird der ganze Körper mitgerissen, und der Unglückliche, den dieser Unfall trifft, erleidet die schwersten, oft tötlichen Quetschungen, oder er wird um die Welle herumgeschleudert und dabei auf nicht minder entsetzliche Weise zugerichtet. Diese sich immer wiederholenden Unglücksfälle haben schon früh auf Abhilfe sinnen lassen. Von der einfachen, am Ende mit einem Einschnitt versehenen Latte bis zu den kompliziertesten Konstruktionen giebt es eine Unzahl verschiedener Riemenaufleger, die alle den Zweck haben, das Auflegen mit der Hand unnötig zu machen,

aber wenn trotzdem immer wieder berichtet wird, dass der Verunglückte „gegen das ausdrückliche Verbot“ oder „trotzdem der Aufleger danebenstand“, den Riemen mit der Hand aufzulegen versuchte, so wird damit sicher nur die Thatsache bewiesen, dass keiner der bis jetzt konstruierten Riemenaufleger ein für alle Fälle brauchbarer ist.

Diese gefahrbringende Thätigkeit, namentlich wo es sich um schwerere Riemen handelt, durch selbstthätige Konstruktionen zu ersetzen, ist eine wichtige Forderung der Unfallverhütung. Vor allem aber sollte in jedem grösseren Betriebe ein besonderer Arbeiter für die Wartung der gesamten Triebwerke angestellt werden. Diese Arbeiten erfordern eine gewisse Geschicklichkeit und Schulung des mit ihnen Betrauten, und es könnte mancher Unfall vermieden werden, wenn man damit nicht jeden beliebigen Arbeiter, vor allem nicht jugendliche Arbeiter und Arbeiterinnen beauftragte.

An jeder Stelle, wo eine Arbeitsmaschine von der allgemeinen Transmission aus in Gang gesetzt werden soll, wiederholt sich derselbe Vorgang des Abwerfens des Riemens und des Wiederauflegens, wenn die Arbeitsmaschine in Ruhe gesetzt oder wieder angetrieben werden soll, eine Verrichtung, die unter Umständen unzählige Male am Tage wiederholt werden muss. Bei dem Fehlen besonderer Vorrichtungen für diesen Zweck würde der mit der Bedienung der Arbeitsmaschine betraute Arbeiter die betreffende Manipulation wieder mit der Hand vornehmen müssen, es ist daher dringend erforderlich, dass besondere Ausrückvorrichtungen angeordnet werden, die es ermöglichen, jede Arbeitsmaschine jederzeit unabhängig von dem Gange der allgemeinen Transmission stillzusetzen. Der Umstand, dass bei der Anordnung dieser Vorrichtungen nicht immer darauf Bedacht genommen wird, dass sie eine unbeabsichtigte Selbsteinrückung ausschliessen, hat schon zu gefährlichen Verletzungen der Arbeiter geführt.

Solche Ausrückvorrichtungen, die einer der wichtigsten Aufgaben der Unfallverhütung gerecht werden, sind in neuester Zeit in hoher Vollkommenheit erdacht und ausgeführt worden. Aber der Maschinenbau ist hierbei nicht stehen geblieben. Es lag der dringende Wunsch nahe, dass in jedem Falle eines drohenden oder bereits eingetretenen Unfalles die augenblickliche Ausschaltung des gefahrbringenden Teiles der Wellenleitung ermöglicht werde, und dies führte zu der Konstruktion von sogenannten Fern- oder Notausrückungen, die in grösseren Betrieben vielfach ausgeführt sind. Durch auffällige, in den einzelnen Fabriksälen angebrachte Anschläge werden die Arbeiter belehrt, im Falle der Gefahr sofort zum Hebel der Ausrückvorrichtung zu laufen, diesen zu verlegen und dadurch den gefahrbringenden Teil der Wellenleitung ausser Betrieb

zu setzen. Aber bevor der den Unfall bemerkende Arbeiter ans Ende der meist langen Wellenleitung läuft, bis es ihm gelungen ist, den Ausrückhebel einzustellen, hat die Wellenleitung eine hinreichende Anzahl von Umdrehungen gemacht, um dem in das Getriebe geratenen Mitarbeiter den Garaus zu machen oder ihm die schwersten Verletzungen beizubringen. Die Versuche, den Ausrückhebel durch Verbindung mit einer längs des Arbeitssaales geführten Leine von mehreren Arbeitsstellen aus schneller umlegbar zu machen, haben sich ebenfalls als praktisch nicht durchführbar erwiesen. Man hat daher Einrichtungen getroffen, um den Unfall unter Zuhilfenahme einer Signalvorrichtung dem Kraftmaschinenwärter mitzuteilen, damit dieser sofort nach empfangenem Signal die Betriebskraft abstelle und dadurch die Betriebsmaschine alsbald zum Stillstand bringe. Doch auch diese Signaleinrichtungen stehen nicht auf der Höhe der Zeit, da immer noch zwischen dem Willen des den Unfall Meldenden und dem Stillsetzen des Triebwerkes der Wille des Kraftmaschinenwärters eingeschaltet ist. Erstrebenswerter ist es, den unfallmeldenden Arbeiter selbst in die Lage zu versetzen, von leicht zugänglichen Punkten aus die Betriebskraft direkt abzustellen, ja noch mehr, er muss gleichzeitig im stande sein, auch die im Schwungrad der Betriebsmaschine, bezw. der Wellenleitung aufgespeicherte lebendige Kraft mit einem Schlage zu vernichten, d. h. es müssen Signaleinrichtung, Abstellvorrichtung und Bremsvorrichtung durch einen einzigen Griff schnell und sicher wirksam in Thätigkeit gesetzt werden können. Solche Notausrückungen sind erfunden und in grösseren Fabrikanlagen zur Ausführung gekommen, sie haben sich bewährt, und das Ziel der Unfallverhütung muss sein, ihnen mehr und mehr Eingang in die Betriebe zu verschaffen.

Während in der amtlichen Statistik die Motoren mit 216, die Transmissionen mit 369 Unfällen verzeichnet sind, kommen auf Fahrstühle, Aufzüge und dem entsprechende Vorrichtungen 899 Unglücksfälle mit dem bemerkenswert hohen Anteil von 27,25 % Todesfällen, von denen allerdings ein erheblicher Anteil — 267 Unfälle mit 128 Todesfällen — auf den Bergwerksbetrieb, ferner auf die Bedienung von Bauaufzügen und Krahnen entfällt. Die Unfälle an Fahrstuhlanlagen im eigentlichen Fabrikbetrieb ereignen sich vornehmlich durch Sturz in den Schacht, häufig infolge der irrigen Annahme des Betreffenden, der Förderkorb befinde sich an der Einsteigestelle. Die Ursache ist also das Fehlen einer Vorrichtung, welche die Schachtthür derart mit dem Steuerungsmechanismus des Fahrstuhls verbindet, dass erstere nur dann geöffnet werden kann, wenn der Stuhl sich hinter der Thür im Stillstand befindet, und dass der Fahrstuhl nicht früher wieder in Betrieb gesetzt werden

kann, bis die Schachtthür geschlossen ist. Dadurch werden zugleich die Unfälle verhütet, welche entstehen, wenn die Inbetriebsetzung des Förderkorbes zu früh erfolgt, während die Arbeiter noch mit dem Be- oder Entladen beschäftigt sind, oder Personen im Begriff stehen, ein- oder auszusteigen. Viele Unfälle entstehen dadurch, dass das den Förderkorb tragende Seil reisst und dieser abstürzt. Um einen abgerissenen Förderkorb vor dem Abstürzen zu bewahren, muss eine sicher wirkende Fangvorrichtung gefordert werden, welche den Korb auffängt, wenn das Zugorgan reisst.

Mit diesen Andeutungen sind natürlich nicht annähernd alle Unfallmöglichkeiten erschöpft. Dieselben bezwecken ja auch nur, gewisse Richtungen anzugeben, nach welchen sich die Bestrebungen der Unfallverhütung zu bewegen haben werden. Inwieweit die Technik die hier gestellten Forderungen bereits erfüllt hat, werden die Abschnitte des III. Teils zu zeigen haben. Hier nur noch ein Wort über die bisherigen Erfolge dieser Bestrebungen, über die nach nahezu zehnjährigem Bestehen des Unfallversicherungsgesetzes ein Urteil zu fällen wohl die Berechtigung vorliegt.

Wir haben schon in der Einleitung (S. 11) darauf hingewiesen, dass die Folge des Erlasses des Unfallversicherungsgesetzes ein ausserordentlich rascher Aufschwung der Technik nach dieser Richtung gewesen ist, und wenn es, nach der erfreulichen Bestätigung, welche die Berliner Ausstellung für Unfallverhütung hierfür geliefert hat, dessen noch bedarf, können wir für diese Behauptung einen hervorragend sachverständigen Beurteiler zum Zeugen aufrufen. „Im grossen und ganzen," sagt Wörishoffer,[1]) „ist bezüglich der Herstellung von Schutzvorrichtungen im engeren Sinne und der Durchführung von Sicherungseinrichtungen überhaupt das geschehen, was auf diesem Gebiete geschehen kann. Allerdings sind die einzelnen Anlagen hier in ungleichem Maasse vorgeschritten, und es giebt auch in den besseren derselben immer noch Einzelnes zu vervollkommnen. Auch handelt es sich darum, das Erreichte durch regelmässige Nachschau, wenn auch in längeren Perioden, vor dem Verfall zu schützen. Neue Gesichtspunkte sind dabei aber nicht zu gewinnen"

In einem auffallenden Gegensatz zu dieser Thatsache steht die gerade in der letzten Zeit hervorgetretene und mehrfach Gegenstand der Erörterung gewordene Erscheinung, dass die Zahl der Unfälle, allen tech-

[1]) Wörishoffer, Die Jahresberichte der deutschen Fabrikaufsichtsbeamten. Zeitschr. f. d. ges. Staatswissenschaft L. Jahrg., S. 124.

nischen Verbesserungen zum Trotz, nicht abgenommen, im Gegenteil zugenommen und dass nur die schweren Unfälle, und auch diese kaum merklich weniger geworden sind. Nach einer Berechnung,[1]) der die Zahlen zu Grunde gelegt sind, welche in den amtlichen Nachrichten des Reichs-Versicherungsamtes über die Rechnungsergebnisse der Berufsgenossenschaften veröffentlicht sind, ergiebt sich folgende Übersicht über die gemeldeten Unfälle in den Jahren 1886—1891:

Jahr	Anzahl der versicherten Personen	Ueberhaupt gemeldete Unfälle		Entschädigungspflichtige Unfälle						
							Schwere Unfälle			
		Anzahl	pro 1000 versicherte Personen	Anzahl	in Prozenten zu den überhaupt gemeldeten Unfällen	pro 1000 versicherte Personen	Anzahl	in Prozenten zu den überhaupt gemeldeten Unfällen	in Prozenten zu den entschädigungspflichtigen Unfällen	pro 1000 versicherte Personen
1886	3473435	92319	26,9	9723	10,5	2,8	3970	4,3	40,8	1,1
1887	3861560	105897	27,4	15970	15,0	4,1	5783	5,5	36,2	1,4
1888	4320663	121164	28,0	18809	15,5	4,3	4829	3,9	25,7	1,1
1889	4742548	139549	29,4	22340	16,0	4,7	5713	4,1	25,5	1,2
1890	4926672	149188	30,3	26403	17,6	5,3	5466	3,6	20,7	1,1
1891	5093412	162674	31,9	28289	17,3	5,5	5204	3,1	18,3	1,0
1892	5078132	165003	32,5	28619	17,3	5,6	4789	2,9	16,7	0,9

Nach dieser Tabelle ist die Zahl der gemeldeten Unfälle bei den gewerblichen Berufsgenossenschaften im Verhältnis zu den versicherten Personen von 26,9 auf 32,5 ‰ gestiegen, und auch die entschädigungspflichtigen Unfälle haben eine Steigerung von 2,8 auf 5,6 ‰ erfahren. Im Verhältnis zu den überhaupt gemeldeten Unfällen sind die entschädigungspflichtigen von 10,5 auf 17,3 % gestiegen, während sich nur in dem Verhältnis der schweren Fälle zu den entschädigungspflichtigen Unfällen ein Zurückgehen bemerkbar macht; erstere sind von 40,8 auf 16,7 % gefallen. Der Prozentsatz der schweren Unfälle im Verhältnis zu den überhaupt gemeldeten ist von 4,3 auf 2,9 heruntergegangen, und auf 1000 versicherte Personen berechnet ist ein Rückgang von 1,1 auf 0,9 zu verzeichnen.

Hierbei dürfte nun zweifellos der Umstand eine Rolle spielen, dass den schweren Unfällen sowohl seitens der Arbeitgeber als seitens der Versicherten von vornherein die volle Beachtung geschenkt ist, so dass diese Fälle schon seit dem Inkrafttreten des Unfallversicherungsgesetzes ziemlich vollzählig zur Meldung gelangt sind, während bei den leichteren Unfällen die Zahl der Meldungen mit der besseren Kenntnis des Gesetzes gestiegen ist. Da mithin die Anzahl der schweren Fälle sich ungefähr

[1]) Die Berufsgenossenschaft 1893, No. 5, S. 49.

gleich blieb, die Zahl der leichteren entschädigungspflichtigen Fälle aber zunahm, so musste sich das Verhältnis der ersteren zu den letzteren günstiger gestalten. Ein Teil der Verminderung der schweren Fälle wird aber sicher auf Rechnung der Maassregeln zur Unfallverhütung zu stellen sein. Immerhin aber entspricht diese Verminderung nicht den Erwartungen, die man allgemein gehegt hat und die man zu hegen wohl berechtigt schien. In den beteiligten Kreisen ist man geneigt, diesen Umstand einer Lücke zuzuschreiben, die noch in der Art und Weise besteht, wie die Befolgung der Unfallverhütungsvorschriften kontrolliert wird.[1]) Wie in den letzten Jahren alles darauf hingedrängt hat, eine Reform der staatlichen Gewerbeaufsicht anzustreben und in Angriff zu nehmen, so wird auch hier die nächste Aufgabe für die Zukunft die Reorganisation der berufsgenossenschaftlichen Institution der technischen Beauftragten sein.

[1]) Vergl. Die Berufsgenossenschaft 1893, No. 4, S. 39.

II. Teil.

Verhütung der durch den Aufenthalt in den Arbeitsräumen und durch den Arbeitsprozess bedingten Schädlichkeiten.

III. Abschnitt.

Bau und bauliche Einrichtungen von Fabriken und Werkstätten.

Von **W. Oppermann,**
Königl. Gewerbeinspektor und gewerbetechnischem Hilfsarbeiter der Königl. Regierung in Arnsberg.

A. Allgemeine Gesichtspunkte hinsichtlich der Lage und Anordnung der Baulichkeiten.

Auf die Gestaltung einer Baulichkeit, die als gewerbliche Betriebsstätte dienen soll, sind die Forderungen, welche mit Rücksicht auf die Gesundheitspflege und die Verhütung von Unfall- und Feuersgefahr gestellt werden müssen, von wesentlicher Bedeutung. Alle gewerblichen Betriebsstätten (Fabrik- oder Werkstattsanlagen) bedingten mehr oder weniger gewisse Schädlichkeiten, Gefahren oder Belästigungen, von welchen entweder nur die Arbeiter, in anderen Fällen sowohl die Arbeiter, als auch die Bewohner der benachbarten Grundstücke oder das Publikum überhaupt betroffen werden. Einzelne gewerbliche Anlagen führen lediglich für Nachbarn und Publikum Nachteile und Belästigungen herbei.

Abgesehen von den Betriebseinrichtungen und Fabrikationsverfahren, besitzen wir in der Wahl einer zweckmässigen Lage und in der geeigneten Anordnung der Baulichkeiten die nächsten und besten Mittel, diesen Uebelständen vorzubeugen.

Der Bau und die baulichen Einrichtungen einer Betriebsstätte können nur aus einem Kompromiss widerstrebender Forderungen hervorgehen und werden ihre ideale Vollkommenheit selten erreichen, weil sich der Berücksichtigung der Anforderungen, welche auf die Vermeidung und

Beseitigung gesundheitlicher und anderer Schädlichkeiten gerichtet sind, die verschiedensten Umstände hemmend in den Weg stellen. Unter letzteren sind zu nennen:

1. Die besonderen Eigentümlichkeiten des Fabrikationsprozesses, welche oft die gänzliche Beseitigung erheblicher Gefahren unmöglich machen.

2. Die Kosten vollkommener Vorbeugungs- und Schutzmittel, welche so hoch sein können, dass die Rentabilität und damit die Existenz einer Anlage in Frage gestellt wird.

3. Die hohen Preise von Grund und Boden, welche eine so weitgehende Ausnutzung des Bauplatzes erfordern, dass eng zusammengedrängte und hohe Bauten aufgeführt werden müssen, die in hygienischer Beziehung und in Bezug auf Feuergefährlichkeit ungünstiger sind als niedrige und in weiteren Abständen errichtete Baulichkeiten.

Die Belästigungen und Gefahren, welche der Betrieb gewerblicher Anlagen, insbesondere aber der Betrieb der Grossindustrie mit sich bringt, haben bald nach der Entstehung solcher Anlagen die Notwendigkeit erkennen lassen, diese Nachteile durch polizeiliche Maassregeln und durch landesgesetzliche Bestimmungen einzuschränken. In Deutschland sind die Einschränkungen, welche dem Unternehmer beim Bau und beim Betrieb von Fabriken und Werkstätten auferlegt werden, reichsgesetzlich, und zwar durch die Bestimmungen der „Reichs-Gewerbeordnung“ geregelt. Daneben gelten für einzelne Bezirke noch landesgesetzliche und polizeiliche Vorschriften, die in den meisten Fällen Ausführungsverordnungen der allgemein gehaltenen Bestimmungen der Gewerbeordnung sind.

Die hier in Frage kommenden Bestimmungen haben durch mehrfache Abänderungen und Erweiterungen der Gewerbeordnung des Norddeutschen Bundes vom 21. Juni 1869, welche im Jahre 1871 Reichsgesetz wurde, ihren allmählichen Ausbau erhalten. Ihre zur Zeit giltige Fassung hat die Gewerbeordnung durch das Gesetz vom 1. Juni 1891 erhalten. Die Bestimmungen desselben, soweit sie für den Bau und den Betrieb von Fabriken und Werkstätten in Frage kommen, verfolgen zwei Gesichtspunkte:

1. den Schutz des Publikums vor Nachteilen, Gefahren oder Belästigungen und

2. den Schutz der Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit.

Die Bestimmungen der ersteren Art sind in den §§ 16 bis 28, diejenigen der zweiten Art in den §§ 120a bis 120e der Gewerbeordnung enthalten.

Die Bestimmungen zum Schutze des Publikums gipfeln darin, dass alle gewerblichen Anlagen, welche erhebliche Nachteile, Gefahren und Belästigungen bedingen können, einer besonderen (gewerbepolizeilichen) Genehmigung bedürfen, die von gewissen Behörden unter Auferlegung besonderer Bedingungen erteilt (oder auch verweigert) werden kann. Die Bedingungen, unter welchen die Genehmigung erteilt wird, erstrecken sich auf alle baulichen und Betriebseinrichtungen und umfassen in der Regel zugleich diejenigen Maassregeln, welche zum Schutze der Arbeiter für notwendig erachtet werden.

Die Anlagen, welche der besonderen Genehmigungspflicht unterliegen, sind im § 16 der Gewerbeordnung aufgeführt. Derselbe lautet:

„Zur Errichtung von Anlagen, welche durch die örtliche Lage oder die Beschaffenheit der Betriebsstätte für die Besitzer oder Bewohner der benachbarten Grundstücke oder für das Publikum überhaupt erhebliche Nachteile, Gefahren oder Belästigungen herbeiführen können, ist die Genehmigung der nach den Landesgesetzen zuständigen Behörden erforderlich.

Es gehören dahin: Schiesspulverfabriken, Anlagen zur Feuerwerkerei und zur Bereitung von Zündstoffen aller Art, Gasbereitungs- und Gasbewahrungsanstalten, Anlagen zur Destillation von Erdöl, Anlagen zur Bereitung von Braunkohlenteer, Steinkohlenteer und Koks, sofern sie ausserhalb der Gewinnungsorte des Materials errichtet werden, Glas- und Russhütten, Kalk- (Zement-), Ziegel- und Gipsöfen, Anlagen zur Gewinnung roher Metalle, Röstöfen, Metallgiessereien, sofern sie nicht blosse Tiegelgiessereien sind, Hammerwerke, chemische Fabriken aller Art, Schnellbleichen, Firnissiedereien, Stärkefabriken, mit Ausnahme der Fabriken zur Bereitung von Kartoffelstärke, Stärkesirupsfabriken, Wachstuch-, Darmsaiten-, Dachpappen- und Dachfilzfabriken, Leim-, Thran- und Seifensiedereien, Knochenbrennereien, Knochendarren, Knochenkochereien und Knochenbleichen, Zubereitungsanstalten für Tierhaare, Talgschmelzen, Schlächtereien, Gerbereien, Abdeckereien, Poudretten- und Düngpulverfabriken, Stauanlagen für Wassertriebwerke, Hopfen-Schwefeldörren, Asphaltkochereien und Pechsiedereien, soweit sie ausserhalb der Gewinnungsorte des Materials errichtet werden, Strohpapierstofffabriken, Darmzubereitungsanstalten, Fabriken, in welchen Dampfkessel oder andere Blechgefässe durch Vernieten hergestellt werden, Kalifabriken und Anstalten zum Imprägnieren von Holz mit erhitzten Teerölen, Kunstwollefabriken, Anlagen zur Herstellung von Celluloid und Dégrasfabriken, die Fabriken, in welchen Röhren aus Blech durch Vernieten hergestellt werden, sowie die Anlagen zur Erbauung eiserner Schiffe, zur Herstellung eiserner Brücken oder sonstiger eiserner Baukonstruktionen, die Anlagen zur Destillation oder zur Verarbeitung von Teer und von Teerwasser, die Anlagen, in welchen aus Holz oder ähnlichem Fasermaterial auf chemischem Wege Papierstoff hergestellt wird (Cellulosefabriken), die Anlagen, in welchen Albuminpapier hergestellt wird, die Anstalten zum Trocknen und Einsalzen ungegerbter Tierfelle, sowie die Verbleiungs-, Verzinnungs- und Verzinkungsanstalten.

Das vorstehende Verzeichnis kann, je nach Eintritt oder Wegfall der im Eingang gedachten Voraussetzung, durch Beschluss des Bundesrats, vorbehaltlich der Genehmigung des nächstfolgenden Reichstags, abgeändert werden."

Zur Anlage von Dampfkesseln bedarf es nach § 24 der Gewerbeordnung in jedem einzelnen Falle einer besonderen Genehmigung, die

selbst dann getrennt behandelt wird, wenn die Dampfkesselanlage zu einer der Anlagen gehört, zu deren Errichtung auf Grund des § 16 eine Genehmigung einzuholen ist. In § 25 ist bestimmt, dass die erteilte Genehmigung zu einer der in den §§ 16 und 24 bezeichneten Anlagen so lange in Kraft bleibt, als keine wesentliche[1]) Veränderung der Betriebsstätte vorgenommen wird; tritt letzterer Fall ein, so muss die Genehmigung erneuert werden. Dasselbe ist erforderlich bei wesentlichen[1]) Veränderungen in dem Betriebe einer der im § 16 genannten Anlagen.

Bei Errichtung von gewerblichen Anlagen, welche nicht unter § 16 der Gewerbeordnung fallen, ist nur eine allgemeine polizeiliche oder die baupolizeiliche Genehmigung erforderlich. Letztere wird in der Regel von Behörden erteilt, welche für die gewerbepolizeiliche Genehmigung von Anlagen nicht zuständig sind.

Die Behörden, welche die im § 16 aufgezählten Anlagen oder deren Veränderungen zu genehmigen haben, sind durch die Landesgesetzgebung eingesetzt. In Preussen sind für die Mehrzahl dieser Anlagen die Kreis- und Stadtausschüsse bezw. die Magistrate, für einen kleineren Teil die Bezirksausschüsse[2]) zuständig. Das Verfahren bei der Erteilung der Genehmigung einer der im § 16 genannten Anlagen regelt sich nach den §§ 17 bis 22 der Gewerbeordnung. Unter diesen gesetzlichen Bestimmungen ist für uns die im § 18 enthaltene von Bedeutung; nach derselben haben die genannten Behörden die Anträge auf Genehmigung daraufhin zu prüfen, ob durch die Errichtung der gewerblichen Anlage erhebliche Gefahren, Nachteile oder Belästigungen für das Publikum herbeigeführt werden können. Auf Grund dieser Prüfung, welche sich zugleich auf die Beachtung der bestehenden bau-, feuer- und gesundheitspolizeilichen Vorschriften erstrecken soll, wird die Genehmigung versagt oder unter Festsetzung der sich als nötig ergebenden Bedingungen erteilt.[3]) Die erteilte Genehmigung schliesst in der Regel (z. B. in Preussen auf Grund eines Ministerialerlasses vom 14. Dezember 1877) die

[1]) Nach einem Erkenntnis des Oberverwaltungsgerichts vom 17. Dezember 1883 ist eine Veränderung nur dann „wesentlich", wenn dieselbe auf diejenigen Rücksichten einwirken kann, welche die Anlage nach dem Gedanken des Gesetzgebers genehmigungspflichtig gemacht haben, nämlich die Rücksichten, dass die Anlage „durch die Beschaffenheit der Betriebsstätte für die Besitzer oder Bewohner benachbarter Grundstücke oder für das Publikum [überhaupt erhebliche Nachteile, Gefahren oder Belästigungen herbeiführen kann".

[2]) Vergl. §§ 109 und 110 des Gesetzes über die Zuständigkeit der Verwaltungs- und Verwaltungsgerichtsbehörden vom 1. August 1883.

[3]) Näheres siehe: v. Rüdiger, Die Konzessionierung gewerblicher Anlagen in Preussen. Berlin u. Leipzig 1886.

baupolizeiliche Genehmigung ein, so dass eine Bauerlaubnis nicht noch besonders bei der Baupolizeibehörde nachzusuchen ist.

Ausser den Einschränkungen, welche die Gewerbeordnung für die in den §§ 16 und 24 aufgezählten Anlagen festgesetzt hat, kennt dieselbe noch gewisse Einschränkungen, die sich auf die Errichtung oder Verlegung solcher Betriebsstätten beziehen, welche mit ungewöhnlichem Geräusch verbunden sind. Die im § 27 enthaltenen Bestimmungen für diesen Fall lauten:

„Die Errichtung oder Verlegung solcher Anlagen, deren Betrieb mit ungewöhnlichem Geräusch verbunden ist, muss, sofern sie nicht schon nach den Vorschriften der §§ 16 bis 25 der Genehmigung bedarf, der Ortspolizeibehörde angezeigt werden. Letztere hat, wenn in der Nähe der gewählten Betriebsstätte Kirchen, Schulen oder andere öffentliche Gebäude, Krankenhäuser oder Heilanstalten vorhanden sind, deren bestimmungsmässige Benutzung durch den Gewerbebetrieb auf dieser Stelle eine erhebliche Störung erleiden würde, die Entscheidung der höheren Verwaltungsbehörde (in Preussen der Bezirksausschuss) darüber einzuholen, ob die Ausübung des Gewerbes an der gewählten Betriebsstätte zu untersagen oder nur unter Bedingungen zu gestatten sei."

Die Bestimmungen zum Schutz der Arbeiter, d. h. diejenigen Bestimmungen der Gewerbeordnung, welche eine Handhabung zur Beseitigung solcher Missstände bieten sollen, die das Leben, die Gesundheit oder die Sittlichkeit der Arbeiter gefährden, sind der Hauptsache nach die folgenden:

„§ 120a. Die Gewerbeunternehmer sind verpflichtet, die Arbeitsräume, Betriebsvorrichtungen, Maschinen und Gerätschaften so einzurichten und zu unterhalten und den Betrieb so zu regeln, dass die Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit soweit geschützt sind, wie es die Natur des Betriebes gestattet.

Insbesondere ist für genügendes Licht, ausreichenden Luftraum und Luftwechsel, Beseitigung des bei dem Betriebe entstehenden Staubes, der dabei enwickelten Dünste und Gase, sowie der dabei entstehenden Abfälle Sorge zu tragen.

Ebenso sind diejenigen Vorrichtungen herzustellen, welche zum Schutze der Arbeiter gegen gefährliche Berührungen mit Maschinen oder Maschinenteilen oder gegen andere in der Natur der Betriebsstätte oder des Betriebes liegende Gefahren, namentlich auch gegen [die Gefahren, welche aus Fabrikbränden erwachsen können, erforderlich sind.

Endlich sind diejenigen Vorschriften über die Ordnung des Betriebes und das Verhalten der Arbeiter zu erlassen, welche zur Sicherung eines gefahrlosen Betriebes erforderlich sind.

§ 120b. Die Gewerbeunternehmer sind verpflichtet, diejenigen Einrichtungen zu treffen und zu unterhalten und diejenigen Vorschriften über das Verhalten der Arbeiter im Betriebe zu erlassen, welche erforderlich sind, um die Aufrechterhaltung der guten Sitten und des Anstandes zu sichern.

Insbesondere muss, soweit es die Natur des Betriebes zulässt, bei der Arbeit die Trennung der Geschlechter durchgeführt werden, sofern nicht die Aufrechterhaltung der guten Sitten und des Anstandes durch die Einrichtung des Betriebes ohnehin gesichert ist.

In Anlagen, deren Betrieb es mit sich bringt, dass die Arbeiter sich umkleiden und nach der Arbeit sich reinigen, müssen ausreichende, nach Geschlechtern getrennte Ankleide- und Waschräume vorhanden sein.

Die Bedürfnisanstalten müssen so eingerichtet sein, dass sie für die Zahl der Arbeiter ausreichen, dass den Anforderungen der Gesundheitspflege entsprochen wird und dass ihre Benutzung ohne Verletzung von Sitte und Anstand erfolgen kann.

§ 120c. Gewerbeunternehmer, welche Arbeiter unter achtzehn Jahren beschäftigen, sind verpflichtet, bei der Einrichtung der Betriebsstätte und bei der Regelung des Betriebes diejenigen besonderen Rücksichten auf Gesundheit und Sittlichkeit zu nehmen, welche durch das Alter dieser Arbeiter geboten sind.

§ 120d (Absatz 1). Die zuständigen Polizeibehörden sind befugt, im Wege der Verfügung für einzelne Anlagen die Ausführung derjenigen Maassnahmen anzuordnen, welche zur Durchführung der in §§ 120a bis 120c enthaltenen Grundsätze erforderlich und nach der Beschaffenheit der Anlage ausführbar erscheinen. Sie können anordnen, dass den Arbeitern zur Einnahme von Mahlzeiten ausserhalb der Arbeitsräume angemessene, in der kalten Jahreszeit geheizte Räume unentgeltlich zur Verfügung gestellt werden."

Es muss wohl beachtet werden, dass diese zuletzt mitgeteilten gesetzlichen Bestimmungen sich auf alle gewerblichen Anlagen beziehen; die dadurch bedingten Einrichtungen sind daher überall zu treffen, ganz gleichgiltig, ob eine Fabrik einer besonderen Genehmigung im Sinne des § 16 der Gewerbeordnung bedarf oder nicht.

Zusammengefasst bilden beide Gruppen von gesetzlichen Bestimmungen — diejenigen zum Schutze der Arbeiter, wie diejenigen zum Schutze des Publikums — die leitenden Gesichtspunkte für die in diesem Abschnitt zu behandelnden Fragen. Es kann demnach der Zweck dieser Abhandlung nicht sein, zu erörtern, wie ein Bau in allen seinen einzelnen Teilen konstruktiv zu entwerfen und auszuführen ist, es handelt sich vielmehr lediglich darum, die Wege zu bezeichnen, welche einzuschlagen sind, um die baulichen Einrichtungen mit Rücksicht auf die Gesundheitspflege und die Vermeidung von Unfallgefahr möglichst vollkommen zu gestalten. In erster Linie muss dabei eine Besprechung des Vorhandenen die Grundlage für unsere Erörterungen bilden.

a. Höhe der Gebäude.

Bei dem Entwurf eines Fabrikgebäudes ist zunächst die Entscheidung zu fällen, ob man einstöckige oder mehrstöckige Gebäude errichten soll. Diese Frage beantwortet sich unter den hier maassgebenden Gesichtspunkten in der grossen Mehrzahl der Fälle dahin, dass ein Gebäude, welches nur aus einem Erdgeschoss besteht, den Vorzug gegenüber mehrgeschossigen Gebäuden verdient. Ein Gebäude, welches nur Räume zur ebenen Erde enthält, besitzt unter anderen folgende wesentlichen Vorzüge:

1. Eine ausreichende Tagesbeleuchtung und eine gute, meist natürliche Lüftung ist ohne Schwierigkeit zu erzielen.

2. Der Verkehr und Transport zwischen über einander liegenden Geschossen vermittels Treppen, Fahrstühlen u. s. w. ist vermieden; damit wird eine nicht unerhebliche Unfallgefahr beseitigt.

3. Die Gefährdung der in einem einstöckigen Gebäude beschäftigten Leute durch Feuersbrünste wird auf das möglichste Mindestmaass beschränkt.

4. Die Bewältigung einer Feuersbrunst wird sehr erleichtert, auch werden die mit Löschen beschäftigten Personen in einem Gebäude zu ebener Erde am wenigsten gefährdet.

5. Die Leitung und Beaufsichtigung des Fabrikbetriebes ist einfacher und vollkommener durchführbar als in einem mehrgeschossigen Gebäude.

Nicht immer, namentlich in den Städten, an Flüssen, Kanälen oder in der Nähe von Bahnhöfen, ist es aus wirtschaftlichen Gründen möglich, eingeschossige Gebäude zu wählen, weil die möglichst weitgehende Ausnutzung teurer Bauplätze, einer vorteilhaften Lage an einem bequemen Verkehrswege oder einer Wasserkraft zur Anlage mehrgeschossiger Gebäude zwingt. Daneben giebt aber auch die Eigenart der Fabrikationsweise in manchen Fällen Veranlassung, die mehrgeschossige Bauweise zu wählen. Insbesondere verlangt der Transport flüssiger oder staubförmiger Materialien, welche von einem zum anderen Verarbeitungsort in Röhren, Elevatoren oder dergleichen zu befördern sind, die Herstellung eines Gefälles, das nur durch Anordnung mehrerer Geschosse über einander zu erzielen ist.

Beispielsweise würden sich für die Unterbringung der Apparate für Mahlmühlen eingeschossige Gebäude nicht eignen.

Mehrgeschossige Fabrikgebäude können mithin für den Betrieb zuweilen Vorteile bieten; in den meisten Fällen überwiegen jedoch die Nachteile. Die weitaus grösste Gefahr, welche die mehrgeschossige Anlage bedingt, liegt in der Gefährdung der in derselben beschäftigten Personen beim Ausbruch eines Schadenfeuers; alle anderen Nachteile sind dieser Gefahr gegenüber von geringerer Bedeutung, und die Feuersicherheit verlangt bei den mehrgeschossigen Anlagen in erster Linie Berücksichtigung.

Sind bei einer Fabrikanlage Räume vorhanden, in welchen besonders leicht entzündliche Waren angefertigt oder gelagert werden sollen, so ist es, wenn mehrgeschossige Gebäude unvermeidlich sind, dringend empfehlenswert, für jene besonders gefährdeten Räume ein eingeschossiges Gebäude zu errichten und dasselbe durch einen gehörigen Abstand von den übrigen Baulichkeiten zu trennen.

Die wichtigsten Forderungen, welche an die baulichen Einrichtungen eines mehrgeschossigen Fabrikgebäudes zu stellen sind, damit ein ausreichender Schutz gegen Feuersgefahr gewährleistet ist, sind die folgenden:

1. Die Umfassungsmauern und Zwischenwände sind aus feuerbeständigen Materialien herzustellen.

2. Die Zwischendecken sind feuersicher herzustellen, und es dürfen keine Oeffnungen in denselben vorhanden sein. Sind Oeffnungen nicht zu vermeiden, so müssen Vorkehrungen getroffen werden, welche bei einem Brande das Uebertreten von Rauch verhindern.

3. Lange mehrgeschossige Fabrikgebäude sind durch massive Zwischenwände (Brandmauern) in einzelne Abteilungen zu trennen.

4. Die Treppen müssen in besonderen, vorgebauten Treppenhäusern liegen. Letztere, wie auch die Treppen dürfen nur aus feuerbeständigem Material hergestellt werden.

5. In drei- und mehrgeschossigen Gebäuden müssen mindestens zwei genügend von einander entfernte Treppenhäuser angelegt werden, wenn die Zahl der in den hochbelegenen Geschossen beschäftigten Personen 40 übersteigt oder die Länge des Gebäudes 50 m überschreitet.

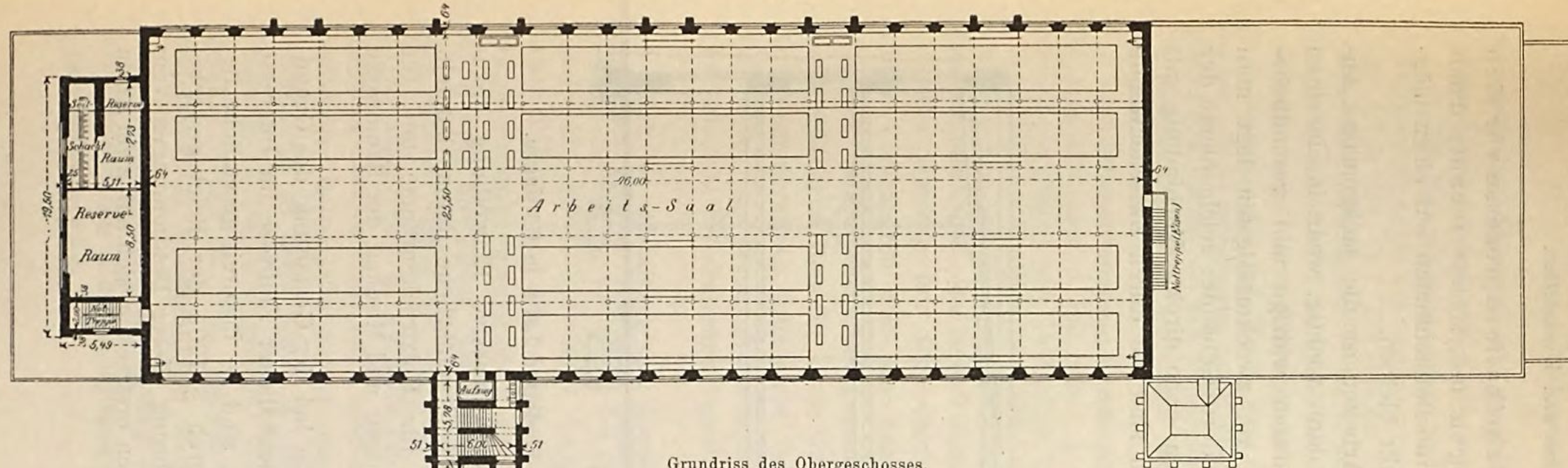
6. Die Fenster in den oberen Geschossen müssen zum Oeffnen eingerichtet sein, so dass eine erwachsene Person durch die Fenster ins Freie gelangen kann.

Das in den Figuren 2 bis 4 dargestellte, in den Jahren 1892 und 1893 nach den Entwürfen des Ingenieurs Knoppe erbaute Fabrikgebäude der in Göttingen belegenen Wollwarenfabrik von Ferdinand Levin erfüllt die vorstehend aufgestellten Forderungen in anerkennenswerter Weise. Das etwa 120 m lange und 26 m breite Gebäude besitzt drei Geschosse. Das Erdgeschoss ist gegen die beiden Obergeschosse um etwa 33 m verlängert. Das Gebäude besitzt zwei vorgebaute massive Treppenhäuser, von denselben ist jedoch nur eins an dem mehrgeschossigen Teil des Gebäudes hochgeführt. Das zweite, niedrig gehaltene Treppenhaus bildet lediglich die Fortsetzung der Nottreppen, welche an der entsprechenden Endwand von den beiden oberen Geschossen auf das flache Dach des Erdgeschosses ausgehen. Am entgegengesetzten Ende des Gebäudes ist ein zweites System von Nottreppen gebildet, welches zugleich als Aufgang für die Räume des Maschinenhauses dient. Die beiden oberen Geschosse von etwa 77 m Länge sind hiernach durch drei getrennt liegende Treppen zugänglich. Die vorgebauten Treppenhäuser dienen auch zur Aufnahme der Materialienaufzüge; eine Durchbrechung der Fussböden ist durch diese Anordnung vermieden. Einige zweckmässige Einzelkonstruktionen dieses Gebäudes sollen in den nachfolgenden Abschnitten noch näher erörtert werden.

b. Gestaltung des Grundrisses.

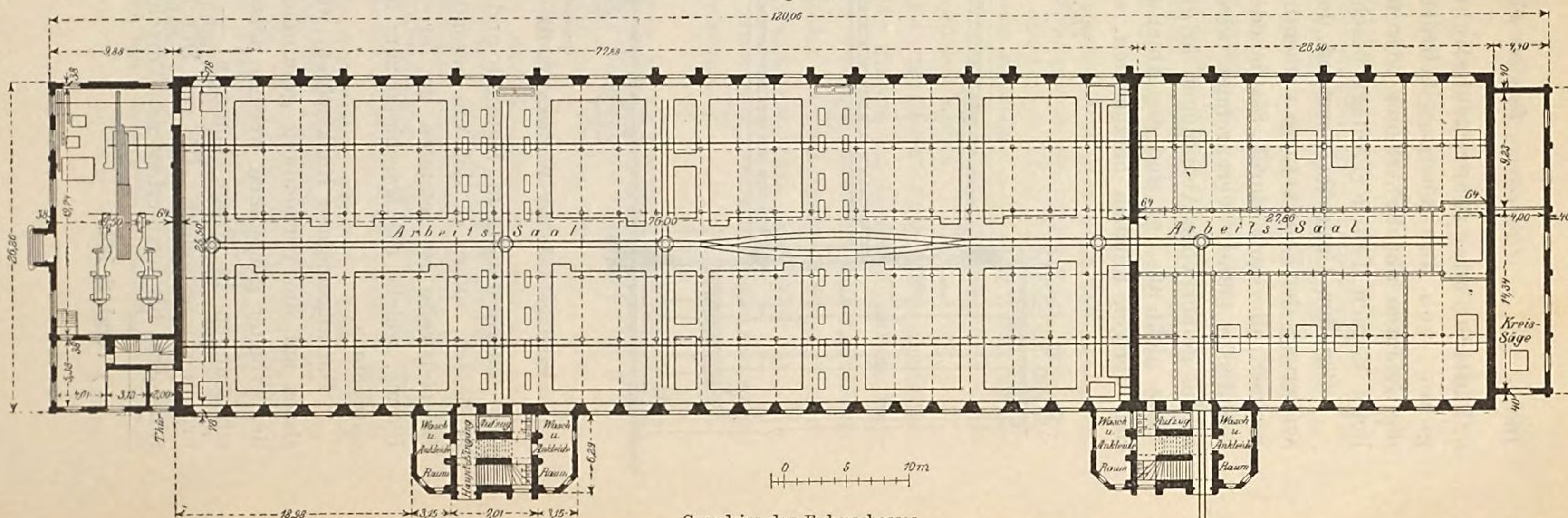
Der wichtigste Grundsatz, welcher bei der Gestaltung des Grundrisses einer Fabrikanlage befolgt werden sollte, ist der, dass man diejenigen Abteilungen der Fabrik, in welchen gesundheits-

Fig. 2.



Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 3.



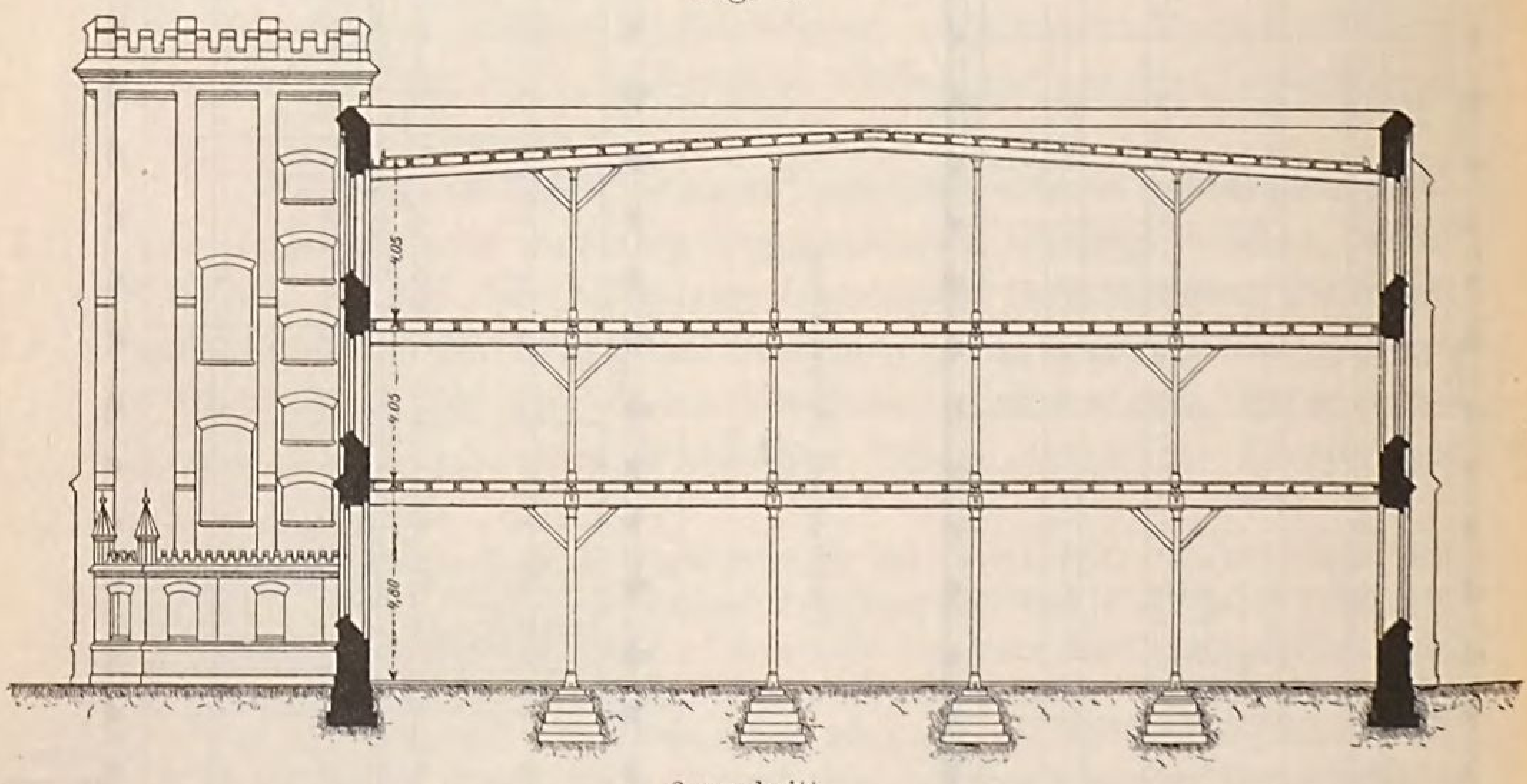
Grundriss des Erdgeschosses.

Fabrikgebäude der Wollwarenfabrik von Ferdinand Levin in Göttingen.

schädliche oder feuergefährliche Fabrikationsprozesse vor sich gehen, von den übrigen Abteilungen möglichst trennt, damit die Gefahren für die Arbeiter oder für die Baulichkeiten auf einen möglichst kleinen Teil der Anlage beschränkt bleiben.

Für den Gesundheitszustand der Arbeiter ist die sachgemässe Absonderung der Fabrikräume namentlich dann wichtig, wenn in einzelnen Räumen die Luft durch Staub oder durch widrige und gesundheitsschädliche Dünste verunreinigt wird. Am zweckmässigsten legt man solche gefährlichen Abteilungen in gesonderte Gebäude; reicht hierzu der Platz nicht aus, so sind die Abteilungen ohne direkte Verbindung mit den übrigen Räumen herzustellen, auch sind sie durch Zwischenwände

Fig. 4.



Querschnitt.
Fabrikgebäude der Wollwarenfabrik von Ferdinand Levin in Göttingen.

aus feuerbeständigem Material und durch massive Einwölbung abzuschliessen, sofern es sich um besonders feuergefährliche Räume handelt. Beispielsweise ist letzteres zu fordern für Holztrockenräume und für Räume, welche die Maschinen zum Reinigen und Mischen der Baumwolle aufnehmen.

Die allgemeinen Rücksichten, welche bei der Gestaltung des Grundrisses auf die Vermeidung gesundheitsschädlicher Einflüsse im Interesse der Arbeiter genommen werden müssen, sind — insoweit gesetzliche Bestimmungen in Frage kommen — durch § 120a der Reichsgewerbeordnung[1]) festgelegt. Die zur Durchführung dieser Bestimmungen vom Bundesrat bis jetzt erlassenen Vorschriften erstrecken sich auf zwei Arten

[1]) Vergl. S. 163.

gewerblicher Anlagen und enthalten folgende Bestimmungen über die Lage, bezw. Absonderung gewisser Fabrikationsräume:

1. Die Bekanntmachung, betreffend Anlagen, welche zur Anfertigung von Zündhölzern unter Verwendung von weissem Phosphor dienen, vom 11. Juli 1884 bezw. 8. Juli 1893: „§ 1. Für jede der nachfolgend bezeichneten Verrichtungen: a) das Zubereiten der Zündmasse, b) das Betunken der Hölzer, c) das Trocknen der betunkten Hölzer, d) das Abfüllen der Hölzer und ihre erste Verpackung müssen besondere Räume vorhanden sein. Diese Räume dürfen nur unter einander, nicht aber mit anderen Arbeitsräumen oder mit Wohn- und Geschäftsräumen in unmittelbarer Verbindung stehen. Es ist indessen eine unmittelbare Verbindung des für das Betunken der Hölzer bestimmten Raumes mit dem Einlegeraum, sowie des für das Abfüllen und die erste Verpackung der Hölzer bestimmten Raumes mit den Lagerräumen für fertige Ware gestattet."

2. Die Bekanntmachung, betreffend Bleifarben- und Bleizuckerfabriken, vom 12. April 1886 bezw. 8. Juli 1893: „§ 4. Arbeitsräume, welche gegen das Eindringen bleihaltigen Staubes oder bleihaltiger Gase und Dämpfe durch die in den §§ 1 und 2 vorgeschriebenen Einrichtungen (Abdichtung der Apparate u. s. w.) nicht vollständig geschützt werden können, sind gegen andere Arbeitsräume so abzuschliessen, dass in die letzteren Staub, Gase oder Dämpfe nicht eindringen können."

Der Umfang der für einzelne Fabrikationszweige giltigen gesetzlichen Vorschriften über die Lage der Räume ist hiernach nur gering, dennoch darf daraus nicht geschlossen werden, dass für andere gesundheitsgefährliche Betriebe diese Grundsätze vernachlässigt werden dürfen. In jedem einzelnen Falle steht den Aufsichtsbehörden das Recht und die Pflicht zu, Anordnungen zu treffen, durch welche erhebliche Gefahren für Leben und Gesundheit beseitigt werden.

Bei der Gestaltung des Grundrisses ist in zweiter Linie der Grundsatz zu beachten, dass die Lage der Räume zu einander und die Lage der Maschinen und Apparate so gewählt werde, dass die Materialien bei der Bearbeitung die kürzesten Transportwege zurücklegen und dass sich die Transporte nur in einer Richtung bewegen. Im allgemeinen wird dies dadurch erreicht, dass der Arbeitsvorgang als ein fortschreitender angeordnet wird, d. h. ein Arbeitsstück wird im Verlaufe der Bearbeitung so von Station zu Station geleitet, dass es nicht zwei oder mehrere Male auf demselben Wege zu befördern ist, mithin Rücktransporte vermieden werden. Eine solche Anordnung ist nicht allein in ökonomischer Beziehung von grosser Bedeutung, sie ist es in gleicher Weise für die Verminderung der Unfallsgefahr. Wenn in einer Fabrik der Transport der Arbeitsstücke und Materialien in übersichtlicher und geregelter Weise erfolgt, so werden sich Unfälle viel weniger häufig ereignen, als wenn die Transporte sich kreuzen und die Arbeiter infolgedessen mit ihren Lasten zum Ausweichen gezwungen werden.

Über die Nebenräume, welche, aus den Bedürfnissen der Arbeitenden entspringend, für alle Fabriken gleichmässig ein Erfordernis sind und als welche zu nennen sind: Speiseräume, Garderoberäume, Waschvorrichtungen, Abortanlagen u. s. w. wird an anderer Stelle dieses Werkes Ausführliches mitgetheilt werden. Hier sei nur darauf aufmerksam gemacht, dass bei der Gestaltung des Grundrisses auf die Bemessung entsprechender Grundflächen, sowie auf zweckmässige Lage dieser Räume Bedacht zu nehmen ist. Nur zu oft werden dieselben erst nachträglich und dann in der Regel unzweckmässig in verlorenen Winkeln untergebracht. Für die allgemeinen Gesichtspunkte, welche bei Anlage dieser Räume maassgebend sein sollen, geben die nachfolgend angeführten §§ 18 bis 20 einer Regierungsverordnung für das Fürstenthum Reuss ältere Linie vom 12. Juli 1878[1]) beachtenswerte Winke:

„§ 18. Jede gewerbliche Anlage und Fabrik muss mit einer ausreichenden Zahl angemessen eingerichteter und in gehöriger Ordnung zu haltender Aborte mit gemauerten wasserdichten Gruben versehen sein, und zwar da, wo auch Arbeiterinnen beschäftigt werden, für die Geschlechter getrennt.

Die direkte Verbindung der Aborte mit den Arbeitsräumen, so dass in letztere üble Ausdünstungen einzudringen vermögen, ist unstatthaft.

Da, wo die Arbeiten in besonders warmen Räumen und bei leichter Bekleidung stattfinden, ist darauf zu achten, dass die Aborte zugfrei sind und von den Arbeitsräumen aus ohne besondere Gefahr der Erkältung erreicht werden können.

— — — — — —

§ 19. In allen grösseren Fabriken, wo die Arbeiter während der Arbeit einen Teil der Kleider abzulegen oder besondere Arbeitskleider anzulegen gezwungen sind, müssen geeignete und angemessen eingerichtete Räume hergestellt werden, in welchen die Kleider abgelegt und aufbewahrt werden. Hierauf ist besonders da zu halten, wo auch weibliche Arbeiter und Kinder beschäftigt werden.

Diese Räume sind für die Geschlechter zu trennen und müssen überall da, wo die Arbeiter in erheblicherem Maasse dem Staube oder der Erhitzung ausgesetzt sind, mit ausreichenden Waschvorrichtungen versehen sein.

§ 20. Können in grösseren Fabriken die Arbeiter während der Mittagsstunde sich nicht nach Hause begeben, so sind für dieselben ausreichende heizbare und angemessen eingerichtete Speiseräume herzustellen, während gleichzeitig geeignete Vorkehrungen zum Erwärmen der mitgebrachten Speisen einzurichten sind.“

— — — — — — — — — —

c. Entfernung zwischen den Gebäuden.

Jedes einzelne Fabrikgebäude ist in Bezug auf die Lage zu Nachbargebäuden so anzuordnen, dass frische Luft und Tageslicht in ausreichendem Maasse Zutritt haben. Ferner ist zu berücksichtigen, dass zwischen den Gebäuden ein hinreichender Abstand zur Ver-

[1]) Vergl. Pütsch, Die Sicherung der Arbeiter gegen die Gefahren für Leben und Gesundheit im Fabrikbetriebe, S. 99. Berlin 1883.

mittelung des Verkehrs vorhanden ist und dass jedes Gebäude auch an den Stellen, wo ein Verkehr nicht stattfindet, so weit von den Nachbargebäuden entfernt bleibt, dass bei einem etwa ausbrechenden Schadenfeuer dasselbe an der Weiterverbreitung verhindert werden kann und dass Feuerspritzen und andere Löschgeräte überall leichten Zugang haben.

Zwischen eingeschossigen Gebäuden sollte der Abstand nicht unter 5 m gewählt werden. Bei mehrgeschossigen Gebäuden ist ein entsprechend grösserer Zwischenraum zu lassen. Die Grösse dieses Abstandes hat sich nach den vorerwähnten Gesichtspunkten, ausserdem aber nach der Grösse der Feuers- und Explosionsgefahr derjenigen Waren und Materialien zu richten, welche in den einzelnen Gebäuden verarbeitet oder gelagert werden sollen. Ein geringerer Zwischenraum als 5 m dürfte nur zu gestatten sein, wenn es sich um kurze Durchgänge handelt und wenn die beiden benachbarten Mauern weder Fenster noch Öffnungen irgend welcher Art haben. Endlich ist bei der Bemessung des Abstandes zwischen Gebäuden auf die Nähe und Art der Schornsteine Rücksicht zu nehmen. Insbesondere sind Schornsteine der mit Holz befeuerten Backöfen, ferner die Schornsteine der Schmelzöfen in Giessereien, die Schmiedeessen u. a. der Nachbarschaft gefährlich. Namentlich muss bei der Anlage von Magazinen, in welchen leicht brennbare Stoffe, wie Flachs, Hanf, Baumwolle, Stroh, Lumpen u. s. w. gelagert werden, in der Bauart wie in der Anordnung der Fenster und Öffnungen auf die Lage und Nähe der benachbarten Schornsteine Rücksicht genommen werden. Wenn ein Teil des zu errichtenden Gebäudes in horizontaler Entfernung weniger als 5 m von einem Schornstein entfernt ist, so muss auf besonders feuerfesten Schutz des Gebäudeteils Rücksicht genommen werden. In den von französischen Feuerversicherungs-Gesellschaften herausgegebenen Tarifen findet sich in Bezug auf den Abstand zwischen Magazinen und Fabrikgebäuden die folgende Bestimmung: „Die zu Fabriken und Werkstätten gehörigen Magazine werden, wenn sie nicht durch einen Zwischenraum von wenigstens 5 m davon getrennt sind, als ‚anstossend ohne Verbindung‘ klassifiziert, also zu $^2/_5$ der für das Hauptrisiko angesetzten Prämie.“[1])

Die von der Land-Feuersozietät des Herzogthums Sachsen, der Provinzialstädte-Feuersozietät der Provinz Sachsen und der Magdeburgischen Land-Feuersozietät in zweiter Auflage 1889 herausgegebenen „Ratschläge für die Verminderung der Feuersgefahr in der Anlage und beim Betriebe

[1]) Meunier, Die Brandursachen in den Fabriken. Deutsch von Dr. A. F. Elsner. Berlin 1877.

der Getreide-, Loh-, Öl- und Schneidemühlen und ähnlicher Gewerbe“ enthalten in Bezug auf den Abstand der Gebäude folgende Angaben:

„Die Mühlengebäude sind möglichst von den übrigen (Wohn- und Wirtschaftsgebäuden, Lagerhäusern u. s. w.) zu isolieren, um die Brandübertragung von den ersteren auf die letzteren und umgekehrt zu erschweren.

Isolierung wird als vorhanden angesehen werden können, wenn letztere Gebäude bei massiver Bauart wenigstens 10 m, bei Fachwerksbauart wenigstens 15 m von den ersteren entfernt sind.

Bei sehr grossen Mühlenanlagen, namentlich bei Holzschneidemühlen, werden diese Entfernungen um die Hälfte zu erweitern sein.

Eine entsprechende räumliche Trennung der Wohn- und Wirtschaftsgebäude unter sich empfiehlt sich ebenfalls. Insbesondere ist dies hinsichtlich der Scheunen, welche auf Mühlengrundstücken in der Regel vorhanden sind, zu berücksichtigen. Dasselbe gilt hinsichtlich der Speicher und Lagerhäuser.“

In der von der Rückversicherungsabteilung des Verbandes öffentlicher Feuerversicherungsanstalten erlassenen Geschäftsanweisung für die Behandlung der Versicherungen mit erhöhter Feuersgefahr (Revidierte Auflage vom 10. Mai 1880) sind für Fabrikversicherungen folgende Bedingungen enthalten, die auf den in Rede stehenden Gegenstand Bezug haben:

„Die Bereitung von Firniss u. dergl. darf nur in einem durch Brandmauern abgesonderten oder mindestens 5 m entfernt liegenden Gebäude oder in einem lediglich zu diesem Zwecke benutzten feuersichern Raume geschehen.

Die Kohlenmühle in Anlagen zur Bearbeitung von Metallen muss sich in einem mindestens 5 m von den anderen Gebäuden entfernten Gebäude oder in einem von jenen durch Brandmauern gesonderten Raume befinden.

Die Einrichtung zum Guss bei Glockengiessereien muss mindestens 10 m von allen Gebäuden entfernt sein.

Bei der Verarbeitung von Faserstoffen muss Trocknung durch Luft- oder Ofenheizung oder in sogenannten Schrankmaschinen, deren Heizung nicht durch Dampf erfolgt, entweder in einem von den übrigen Gebäuden mindestens 5 m entfernten Gebäude oder in einem durch Brandmauern gesonderten Raume geschehen.

Leicht- oder selbstentzündliche Chemikalien, Farben, Firniss, Lack, Leim u. dergl. dürfen nur in einem 5 m von den übrigen Gebäuden entfernten oder durch Brandmauern von denselben abgesonderten Raume lagern.

Die Kohlenglühöfen, sowie die Öfen zur Gewinnung der Kohlensäure in Zuckerfabriken und Raffinerieen müssen sich in einem vollständig feuersichern Raume oder mindestens 5 m von allen übrigen Gebäuden entfernt befinden.

Bei der Gewinnung und Verarbeitung von Fetten, Harzen, Ölen, Essenzen u. s. w. müssen die Rohprodukte, sowie die fertigen Fabrikate in feuersicherer Entfernung von allen Gebäuden im Freien lagern oder in einem mindestens 10 m (bei erheblichen Quantitäten ist unter Umständen grössere Entfernung nötig; in der Regel auch polizeilich vorgeschrieben) von den anderen Gebäuden entfernten oder durch Brandmauern von denselben getrennten Raume oder in massiv gewölbten Kellerräumen aufbewahrt werden.

Im Interesse der Feuersicherheit ist in Fabriken zur Verarbeitung von Faserstoffen (Baumwolle, Flachs, Jute, Wolle, Vigogne, Kunstwolle), in Watten-

fabriken, Filzfabriken, Seilereien u. s. w. darauf zu sehen, dass die verschiedenen Werkstätten räumlich ausreichend — mindestens 5 m von einander getrennt liegen. Für verschiedene Arbeitsvorgänge, wie das Mischen der Baumwolle, Sortieren der Lumpen, das Reinigen der Faserstoffe, das Auflockern (Krempeln, Kratzen, Hecheln) derselben, ebenso für die Lagerräume der Rohstoffe und Fabrikate und für die Trockenanstalten erscheint dies ganz besonders wünschenswert.

In Gasanstalten sollen die Gasometer freistehend mindestens 10 m von den Gebäuden entfernt angelegt, oder bei geringerer Entfernung mit einem besonderen Entleerungsrohr unter der Glocke versehen sein, um im Falle eines Brandes durch dasselbe das Gas entweichen lassen zu können und dadurch eine Explosion zu verhüten."

Die Baupolizeiordnung für den Stadtkreis Berlin vom 23. Januar 1887 enthält über die Entfernung zwischen Gebäuden folgende Bestimmung:

„§ 4. Entfernung zwischen Gebäuden. Zwischen allen nicht unmittelbar bei einander stehenden Gebäuden und allen unter einander nicht unmittelbar verbundenen Teilen desselben Gebäudes muss durchweg ein freier Raum bleiben:

1. von mindestens 2,50 m Breite, wenn die einander gegenüberliegenden Umfassungswände keine Öffnungen haben,

2. von mindestens 6,00 m Breite, wenn Öffnungen in jenen Wänden vorhanden sind.

Auch von offenen Nachbargrenzen sind Gebäude, welche an dieselben nicht unmittelbar herantreten, 2,50 m bezw. 6 m weit entfernt zu halten."

Die Baupolizeiordnung für die Vororte von Berlin vom 5. Dezember 1892 enthält ähnliche Bestimmungen; abweichend wird jedoch verlangt, dass der Abstand zwischen zwei Wänden ohne Öffnungen, oder zwischen zwei Wänden, von denen nur eine Wandöffnungen besitzt, 3 m betragen soll. Beide Polizeiverordnungen behalten sich vor, für Fabriken und gewerbliche Betriebsstätten Anforderungen zu stellen, welche über die vorstehend genannten Bedingungen hinausgehen.

Bei gewerblichen Anlagen in der Nähe von Eisenbahnen ist der nachfolgend mitgetheilte Auszug aus einer unter dem 24. September 1892 vom Regierungspräsidenten zu Hildesheim erlassenen Polizeiverordnung, welche auf Grund ministerieller Anweisung für alle Landesteile der preussischen Monarchie in ähnlicher Fassung erlassen worden ist, von Interesse, da die darin enthaltenen Vorschriften über die Entfernungen von Schienengeleisen überall einzuhalten sind:

„§ 1. Gebäude und Gebäudeteile, die weder aus unverbrennlichen Materialien hergestellt, noch durch Rohrputz oder in anderer gleich wirksamer Weise gegen Entzündung durch Funken gesichert sind, müssen von Eisenbahnen eine von der Mitte des nächsten Schienengeleises zu berechnende Entfernung von mindestens 4 m innehalten. Dasselbe gilt von allen Öffnungen in Gebäuden, die nicht durch mindestens 1 cm starkes, nach allen Seiten hin fest eingemauertes Glas abgeschlossen sind.

Für Gebäude, Gebäudeteile und Öffnungen, die unterhalb der Oberkante der Schienen liegen, tritt an Stelle der Entfernung von 4 m eine solche von 5 m.

Gebäude, Gebäudeteile und Öffnungen, die mehr als 7 m oberhalb der Oberkante der Schienen liegen, sind den vorstehenden Bestimmungen nicht unterworfen,

während für Gebäude mit nicht feuersicheren Dächern und für Öffnungen in Gebäuden zur Lagerung leicht entzündlicher Gegenstände die weiter gehenden Bestimmungen der §§ 2 und 3 zur Anwendung gelangen.

§ 2. Gebäude, mit weichen, nicht feuersicheren Dächern sowie Gebäude, bei denen die Dachpfannen mit Strohdocken eingedeckt sind, müssen von Eisenbahnen eine von der Mitte des nächsten Schienengeleises zu berechnende Entfernung von mindestens 25 m innehalten.

Liegt die Eisenbahn auf einem Damme, so tritt zu der Entfernung von 25 m noch die anderthalbfache Höhe des Dammes, so dass beispielsweise, wenn die Höhe des Dammes 10 m beträgt, für die im ersten Absatze bezeichneten Gebäude eine Entfernung von mindestens 25 + 15 = 40 m innegehalten werden muss.

§ 3. Die Bestimmungen des § 2 finden entsprechende Anwendung auf jede nicht durch mindestens 1 cm starkes, nach allen Seiten hin fest eingemauertes Glas abgeschlossene Öffnung in den der Eisenbahn zugekehrten Wänden aller Gebäude, die zur Lagerung leicht entzündlicher Gegenstände dienen.

Bei solchen Gebäuden werden den der Eisenbahn zugekehrten Wänden diejenigen ihr nicht ganz abgekehrten Wände gleich geachtet, deren Richtungslinie mit der Bahnachse einen Winkel von höchstens 60 Grad bildet.

§ 4. Leicht entzündliche Gegenstände, die nicht durch feuerfeste Bedachungen oder durch sonstige Schutzvorrichtungen gegen das Eindringen von Funken und glühenden Kohlen gesichert sind, dürfen bei Eisenbahnen nur in einer Entfernung von mindestens 38 m von der Mitte des nächsten Schienengeleises gelagert werden.

Liegt die Eisenbahn auf einem Damme, so tritt zu der Entfernung von 38 m noch die anderthalbfache Höhe des Dammes (vergl. § 2 Abs. 2).

§ 5. Dispense von den Bestimmungen der §§ 1 bis 4 sind statthaft, wenn nach Lage der Verhältnisse auch bei geringerer Entfernung von der Mitte des nächsten Schienengeleises die Feuersgefahr ausgeschlossen erscheint.

Über die Erteilung der Dispense beschliesst der Kreisausschuss, in Stadtkreisen und in den zu einem Landkreise gehörigen Städten von mehr als 10 000 Einwohnern der Bezirksausschuss.

§ 6. Hinsichtlich derjenigen Gebäude und leicht entzündlichen Gegenstände, die bei der Anlage einer Eisenbahn innerhalb der in den §§ 1 bis 4 festgesetzten Entfernungen bereits vorhanden bezw. gelagert sind, hat der Regierungspräsident zu bestimmen, ob und welche Vorkehrungen zum Schutze gegen die durch die Nähe der Eisenbahn bedingte Feuersgefahr getroffen werden müssen."

d. Arbeitsstätten im Freien. Fabrikhöfe.

In manchen Fabriken und gewerblichen Anlagen ist es üblich, Arbeitsstätten im Freien zu benutzen. Man nimmt in vielen Fällen an, dass ein Abschluss dieser Arbeitsstätten gegen die Unbilden des Wetters nicht möglich oder doch zu kostspielig sei. Es mag zugegeben werden, dass die Belassung der Arbeitsplätze unter freiem Himmel in einigen Fällen zu billigen ist und den Gewohnheiten und Wünschen der Arbeiter entspricht. Beispielsweise würde es kaum Vorteile mit sich bringen, wenn Zimmerplätze in abgeschlossenen Baulichkeiten untergebracht würden. In den meisten Fällen, namentlich dann, wenn die Arbeitsplätze auch während der kälteren Jahreszeit im Betriebe bleiben, ver-

langt die Rücksicht auf das Wohl der Arbeiter, dass in unserm Klima Arbeitsplätze im Freien nach Möglichkeit beseitigt werden, bezw. dass solche möglichst überall in durch Wände und Dächer abgeschlossene Räume verlegt werden. Einsichtsvolle Betriebsleiter werden dabei nicht übersehen, dass in der kälteren Jahreszeit von den im Freien Arbeitenden nicht das gleiche Maass von Arbeit verlangt und geliefert werden kann, wie es bei gleichen Verhältnissen in geschützten und erwärmten Räumen geleistet wird. Also nicht lediglich das Wohl der Arbeitenden, sondern auch die Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit einer gewerblichen Anlage fordert eine möglichst weitgehende Beschränkung der Arbeit im Freien.

Wenn man in eine nähere Prüfung der Sache einginge, würde man überraschende Beispiele finden, wie die dargelegten Grundsätze Veranlassung gegeben haben, von ungeschützten zu geschützten Arbeitsplätzen überzugehen. Auf den meisten Schiffswerften wird z. B. der Aufbau der grossen eisernen Schiffe auf den Hellingen ungeschützt im Freien ausgeführt. Auf einigen norddeutschen Werften ist man dagegen dazu übergegangen, die Hellinge mit grossen fensterreichen Schuppen zu umgeben, unter deren Schutz der Aufbau der Schiffe jedenfalls rascher und für die Ausführenden behaglicher von statten geht, als bei gleich grossen ohne Schutz auszuführenden Bauten. Ausgiebiger Gebrauch von Arbeiten im Freien wird auch in Eisenbahnwerkstätten gemacht, indem in der Regel ein beträchtlicher Teil der Reparaturen an den Fahrzeugen im Freien auf dem Werkstattshofe ausgeführt wird. Eine Einschränkung dieser Arbeitsart wäre leicht herbeizuführen und wünschenswert. Dasselbe gilt von den Lohgruben der Gerbereien, die vielfach nicht überdacht sind, sondern im Freien liegen, obwohl auch im Winter an denselben gearbeitet wird.

Manche Arbeiten sind aus dem Grunde im Freien nicht zu dulden, weil sie ihrer Natur nach mit verhältnismässig starkem Geräusch verbunden sind. Hierher gehören z. B. Holzsägewerke, welche der Nachbarschaft durch den schrillen Ton der arbeitenden Sägen unerträglich werden können. Fabriken zum Bau eiserner Brücken, Dachkonstruktionen, Kesseln u. s. w. verursachen für die Nachbarschaft ebenfalls grosse Belästigungen. Die letzteren sind nur dadurch erheblich zu mildern, dass solche geräuschvolle Arbeiten in abgeschlossene Räume verwiesen werden.

Die meisten Fabriken und gewerblichen Anlagen benötigen freie Plätze und Hofräume. Wenn dieselben auch nur in einzelnen Fällen als dauernde oder gelegentliche Arbeitsstätten benutzt werden, so sind sie doch in der Regel zur Aufstapelung von Rohmaterial, sowie zur An- und Abfuhr der Materialien, Fabrikate u. s. w. erforderlich. Ihre zweck-

mässige Anordnung und ausgiebige Grössenbemessung sind einer eingehenden Beachtung zu würdigen.

Die angemessene Anordnung der Zu- und Abfuhrwege ist im Interesse der Verminderung der Unfallgefahr bei Transporten wesentlich; ausserdem ist die Geräumigkeit der Höfe und der Zu- und Abfuhrwege bei der Bekämpfung von Feuersbrünsten von grosser Wichtigkeit, da die Enge der Eingänge, Wege und Höfe die Löschhilfe sehr erschwert. Im übrigen ist die Grösse der Fabrikhöfe nach der Menge der darauf zu lagernden Materialien bezw. nach der Grösse der Feuergefährlichkeit derselben zu bemessen. Für die Grössenbemessung und Beschaffenheit der Höfe liefern folgende Angaben, die sich grösstenteils auf die Forderungen des Verbandes öffentlicher Feuerversicherungsanstalten in Deutschland gründen, einigen Anhalt:

Asche und Schlacken aus Feuerungen sind im völlig abgelöschten Zustande mindestens 10 m von allen Gebäuden entfernt oder in besonderen massiven überdeckten Gruben zu lagern. Es ist wünschenswert, die Asche erst im völlig erloschenen Zustande auf den Ablagerungsplatz zu schaffen, da Fälle bekannt sind, wo noch glühende Aschenteile durch den Wind zu brennbaren Stoffen geweht sind und letztere entzündet haben.

Von dem Heizungsmaterial soll nur der Tagesbedarf innerhalb der Werkstätten aufbewahrt werden. Lagert das Heizmaterial im Freien, so soll es mindestens 10 m von den Gebäuden entfernt sein, um die Übertragung eines Brandes von den Heizstoffen auf die Gebäude und umgekehrt zu verhüten. Wird das Heizmaterial näher gelagert, so kann dasselbe bei einem Brand der Gebäude leicht entzündet werden und würde dann nicht nur dem Feuer reichliche Nahrung geben, sondern müsste auch die Löscharbeiten wesentlich erschweren.

Bei Bemessung der Entfernung der Heiz- und Rohmaterialienlager von den Gebäuden ist ferner auf die Selbstentzündungsfähigkeit gewisser Stoffe Rücksicht zu nehmen. Zur Selbstentzündung neigen: Stein- und Braunkohlen (namentlich schwefelkieshaltige Grusskohlen), Holz- und Knochenkohle, frisch bereiteter Kienruss, Heu, Stroh, Kiennadeln, gefettete Sägespäne, Maschinenputzlappen u. a. m.

In Werken, welche zur Verarbeitung leicht entzündlicher Materialien dienen, z. B. in Schwefelmühlen, Schiesspulverfabriken u. a. m. dürfen die Fabrikhöfe nicht gepflastert werden.

Für Böttchereien und Fassfabriken ist zu verlangen, dass das Brennen der Fässer ausserhalb der Gebäude mindestens 10 m von diesen entfernt vorgenommen werde, sofern nicht ein feuersicherer Raum dazu benutzt wird. Dieselbe Bedingung ist bei Brauereien für das Pichen und Brennen der Fässer zu stellen.

In Korkpfropfenfabriken muss das Sengen der Korkplatten ausserhalb der Gebäude geschehen.

Bei der Gewinnung und Verarbeitung von Fetten, Harzen, Ölen, Essenzen u. s. w. sind Rohprodukte und fertige Fabrikate in feuersicherer Entfernung von allen Gebäuden im Freien zu lagern, sofern nicht die Lagerung in getrennt liegenden feuersicheren Baulichkeiten geschieht.

B. Raumverhältnis in Bezug auf die Zahl der beschäftigten Arbeiter.

Fabrik- und Werkstattsräume dienen während einer längeren Zeit vielen Menschen zum dauernden Aufenthalt. Die schädigenden Einflüsse, denen die Arbeiter in diesen Räumen ausgesetzt sind, und die Verhütung derselben sind daher zunächst allgemein nach denselben Gesichtspunkten zu betrachten wie die Schädigungen, welche überhaupt durch den dauernden Aufenthalt vieler Menschen in geschlossenen Räumen hervorgebracht werden. Auf die Beschaffenheit der Luft in Fabrikräumen wirken aber daneben in vielen Fällen noch besondere Umstände ein: die künstliche Beleuchtung, entweichende Gase und Dämpfe oder der sich bei dem Fabrikationsprozess entwickelnde Staub. Um die nachteiligen Folgen der dadurch entstehenden Luftverschlechterung fernzuhalten oder zu beseitigen, ist es geboten, für jeden Arbeitsraum einen hinreichenden Luftwechsel zu schaffen. Dieser wird in gewöhnlichen Fällen, wo ausser dem Atmungsprozess und der Hautthätigkeit der Arbeiter besondere Quellen der Luftverderbnis nicht vorhanden sind, in genügender Weise dadurch erreicht, dass jedem Arbeiter ein ausreichender Luftraum gewährt wird. Es werden dadurch so grosse Mauerflächen bezw. Fensterflächen bedingt, dass der in allen bewohnten Räumen durch die Poren des Mauerwerks und durch die Fugen der Fenster und Thüren (auch bei geschlossenen Fenstern und Thüren) sich vollziehende natürliche Luftausgleich genügt, um die Luft in einem ausreichend reinen, der Gesundheit nicht nachteiligen Zustande zu erhalten. Treten dagegen noch besondere Umstände auf, welche die Luft verunreinigen oder ist der auf den Arbeiter kommende Luftraum entsprechend gering, so muss der Luftwechsel durch künstliche Mittel beschleunigt, d. h. es müssen besondere Ventilationsvorrichtungen geschaffen werden.

a. Grösse des Luft- und Flächenraums für jeden beschäftigten Arbeiter.

In den meisten Fällen wird von einer künstlichen Ventilation von Fabrik- und Werkstattsräumen nicht die Rede sein können, die Bemessung des Luftraumes spielt daher für die Gesundheitspflege des Arbeiters eine bedeutsame Rolle. Die Grösse des Luftraumes wird bestimmt durch die Grundfläche und die Höhe des Raumes unter Abrechnung desjenigen Raumes, der von den Maschinen, Geräten u. s. w. und von den Arbeitern selbst eingenommen wird. Da dieser in Abrechnung zu bringende Raum

schwer zu bestimmen und in der Regel verhältnismässig gering ist, kann derselbe vernachlässigt werden, und soll im folgenden der Kürze halber unter Luftraum der Brutto-Luftraum gemeint sein, welcher sich lediglich aus den Abmessungen des Raumes ergiebt.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen sind zwei Räume mit gleich grossem Luftraum in ihrer Wertigkeit verschieden, wenn die Höhen beider Räume wesentlich von einander abweichen. In niedrigen Räumen ist die Luft stets schlechter als in gleich grossen, aber höheren Räumen. Dies erklärt sich dadurch, dass niedrige Räume verhältnismässig kleinere Seitenwände und daher eine geringere Ventilationsfläche bieten; ausserdem sind in niedrigen Räumen die Temperaturdifferenzen der Luft an der Decke und am Fussboden geringer als in höheren Räumen.

Die Ansichten über das zu fordernde Mindestmaass des Luftraumes gehen im allgemeinen ziemlich weit auseinander. Popper[1]) verlangt 15 cbm Luftraum für den Kopf in Arbeitsräumen, in denen keine Entwickelung von Staub oder Gasen stattfindet. Dieselbe Forderung stellt Hirt,[2]) der dabei besonders betont, dass die Aufstellung absoluter Zahlen unentbehrlich sei. Villaret[3]) kommt auf Grund einer physiologischen Betrachtung zu der Ansicht, dass man in der Praxis für den Kopf 5 bis 6 cbm Luftraum rechnen könne, wenn die Zuführung weiterer 60 cbm reiner Luft in der Stunde möglich sei, ohne dass Zugluft entsteht.[4])

In England muss in den Werkstätten, in welchen jugendliche Arbeiter beschäftigt werden, nach den im Jahre 1882 erlassenen Bestimmungen für jede Person ein Luftraum von 7,1 cbm vorhanden sein, wenn in den Räumen nur am Tage gearbeitet wird; dagegen werden 11,3 cbm gefordert, wenn während der Nacht in den Räumen Arbeiten verrichtet werden.[5]) Dieselben Anforderungen stellen die englischen Aufsichtsbeamten auch für solche Werkstätten und Fabriken, in welchen zwar jugendliche Personen nicht beschäftigt werden, bei welchen jedoch ein Einschreiten wegen Überfüllung der Räume geboten erscheint.[6])

[1]) Popper, Lehrbuch der Arbeiterkrankheiten und Gewerbehygiene, S. 119. Stuttgart 1882.

[2]) Hirt, Arbeiterhygiene, in Eulenberg's Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens, Bd. I, S. 147. Berlin 1881.

[3]) Villaret, Gewerbe und Industrie, im III. Bande des Berichts über die allgemeine deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens, S. 269. Breslau 1886. (Vergl. auch S. 21.)

[4]) Entspricht einer zehn- bis zwölfmaligen Erneuerung der Luft in der Stunde.

[5]) Report of the Chief-Inspector of Factories and Workshops for the year ending 31st October 1887, S. 94. London 1888.

[6]) Desgl. Report für 1888, S. 5.

Der Fabrikinspektor Siebdrat in Dresden fordert, damit der Überfüllung von Arbeitsräumen möglichst vorgebeugt werde, bei Neuanlagen für jeden Arbeiter einen Luftraum von etwa 5 cbm.[1])

Allgemein giltige gesetzliche Vorschriften über den für Fabriken zu fordernden Luftraum sind bislang in Deutschland und anderen Ländern nicht vorhanden. Für Deutschland sind jedoch für einige Betriebsarten, in denen die Verunreinigung der Luft besonders verderbliche Folgen gehabt hat, auf Grund des § 120a der Reichsgewerbeordnung (früher § 107 der Gew.-Ordn. des Nordd. Bundes, bezw. § 120 der Gew.-Ordn. in der Fassung des Gesetzes vom Jahre 1878) vom Bundesrat Vorschriften erlassen, welche in einigen Fällen auch Bestimmungen über das Mindestmaass der Höhe und des Luftraumes der Arbeitsräume enthalten. Es sind dieses die Vorschriften, welche sich auf Fabriken zur Anfertigung von Zündhölzern und auf Anlagen zur Anfertigung von Zigarren beziehen.

Nach der Bekanntmachung, betreffend Anlagen, welche zur Anfertigung von Zündhölzern unter Verwendung von weissem Phosphor dienen, vom 11. Juli 1884, bezw. 8. Juli 1893, müssen die Räume für das Zubereiten der Zündmasse, für das Betunken der Hölzer, für das Abfüllen und für die erste Verpackung der Hölzer mindestens 5 m hoch sein; ferner sollen die Abfüllräume und die Räume, in welchen die erste Verpackung erfolgt, so bemessen sein, dass für jeden darin beschäftigten Arbeiter ein Luftraum von mindestens 10 cbm vorhanden ist. Gleichzeitig werden aber ausser den Fenstern noch ausreichend wirkende Ventilationseinrichtungen verlangt.

Bei den zur Anfertigung von Zigarren bestimmten Anlagen wird durch Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 9. Mai 1888, bezw. 8. Juli 1893, ein geringstes Höhenmaass der Arbeitsräume von 3 m verlangt, und soll jeder beschäftigte Arbeiter einen Luftraum von mindestens 7 cbm haben. Hierbei werden besondere Ventilationseinrichtungen nicht gefordert; sind dieselben jedoch vorhanden, so können durch die höhere Verwaltungsbehörde Ausnahmen von den gegebenen Vorschriften insofern zugelassen werden, als entweder in Räumen von weniger als 3 m Höhe auf je 7 cbm Luftraum ein Arbeiter gerechnet werden darf oder in Räumen von mindestens 3 m Höhe jedem Arbeiter nur ein Luftraum von weniger als 7 cbm gewährt zu werden braucht. Schliesslich sind auch die höheren Verwaltungsbehörden ermächtigt, Arbeitsräume mit einer geringeren Höhe als 3 m zuzulassen, wenn gleichzeitig der Luftraum für jeden beschäftigten Arbeiter entsprechend vergrössert wird. Durch diese letztere Maassregel wird dem bereits erwähnten günstigen Einfluss der Höhe der Räume gebührend Rechnung getragen.

Gewerberat Frief verlangt, wenn die zuletzt beregten Ausnahmen in Frage kommen:

bei	2—2,25	m Höhe	mindestens	12	cbm	Luftraum	für	den	Kopf,
„	2,25—2,50	„	„	11	„	„	„	„	„
„	2,50—2,75	„	„	10	„	„	„	„	„
„	2,75—3,00	„	„	9	„	„	„	„	„

[1]) Amtliche Mitteilungen 1883, S. 389.

Höhen unter 2 m werden nicht zugelassen.[1])

Von Gewerberat Neubert[2]) wird für Zigarrenfabriken beansprucht:

bei	einer	Höhe	von	2,9	m	ein	Luftraum	von	8,0	cbm	für den	Kopf,
"	"	"	"	2,8	"	"	"	"	8,5	"	"	"
"	"	"	"	2,7	"	"	"	"	9,0	"	"	"
"	"	"	"	2,6	"	"	"	"	9,5	"	"	"
"	"	"	"	2,1	"	"	"	"	10,0	"	"	"

Vorschriften, welche sich auf kleinere Landesgebiete erstrecken und die Höhe und den Luftraum von Arbeitsstätten betreffen, sind hier und da in Form von Polizeiverordnungen erlassen.

In der Anweisung zu einer Polizeiverordnung, betreffend die in gewerblichen Anlagen und Fabriken zur Sicherung der Arbeiter gegen Gefahr für Leben und Gesundheit zu treffenden Einrichtungen, welche die Königliche Regierung zu Trier am 14. März 1875 erlassen hat, wird folgendes bestimmt: „Die Höhe der Arbeitsräume darf in der Regel nicht unter 3,5 m betragen, und es wird überall da, wo eine erheblichere Anzahl von Arbeitern beschäftigt ist oder wo sich bei der Arbeit Staub, üble Ausdünstungen und dergleichen entwickeln, von vornherein auf eine Höhe von 4 m zu halten sein. Für grosse Arbeitssäle, z. B. in Spinnereien, Webereien, Druckereien u. s. w., wird je nach Umständen eine lichte Höhe bis zu 5 m und mehr gefordert werden müssen. Die Arbeitsräume müssen jedem in denselben beschäftigen Arbeiter mindestens 5 cbm Luftraum gewähren. Eine künstliche Ventilation wird in der Regel nur für solche Räume erforderlich erachtet, in welchen eine grössere Anzahl von Arbeitern beschäftigt ist oder in welchen sich bei der Arbeit bedeutendere Mengen Staub, üble Ausdünstungen, Gase und dergleichen entwickeln."

In eine Polizeiverordnung für den Regierungsbezirk Koblenz[3]) vom 14. Januar 1890 sind die Trierer Vorschriften fast wörtlich aufgenommen. Für gewöhnliche Verhältnisse ist der geforderte Minimalluftraum (5 cbm) aussergewöhnlich gering. Wie die Luft in Arbeitsräumen beschaffen sein muss, welche diesen geringen Luftraum aufweisen, soll im folgenden noch näher erörtert werden; an dieser Stelle wollen wir nur darauf hinweisen, dass derartige Räume bei der geforderten geringsten Höhe von 3,5 m jedem Arbeiter nur 1,43 qm Grundfläche bieten. Dieses Maass ist unzureichend; kein Arbeitsraum sollte weniger als 2 qm Grundfläche für den Arbeiter gewähren, da andernfalls die Verkehrsverhältnisse in dem betreffenden Raum sich höchst mangelhaft gestalten.

Die erwähnten gesetzlichen Vorschriften für Zündholzfabriken lassen als Mindestmaass der Grundfläche 2 qm zu; die Vorschriften über Zigarrenfabriken gestatten 2,3 qm. Nach einer Mitteilung von Albrecht[4]) haben die Arbeitsräume in den

[1]) Jahresberichte 1888, S. 79.

[2]) a. a. O. S. 129.

[3]) Jahresberichte 1890, S. 367.

[4]) Albrecht, Gewerbehygiene und Arbeiterwohlfahrtsbestrebungen, im Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Berlin 1889, I. Bd., S. 762. Berlin 1890.

Glasfabriken der Firma Joseph Inwald in Prag Grundflächen von 3,09 bis 6,25 qm für jeden Arbeiter. Bei Eisenbahnwerkstätten entfallen nach Ermittelungen des Verfassers auf den Arbeiter in den Schmieden durchschnittlich 13 qm, in den Drehereien 22 bis 32 qm Grundfläche.[1])

Die Sorge für die Beschaffung eines ausreichenden Luftraumes tritt bei manchen Fabrikanlagen ganz zurück, nämlich da, wo die Grösse der Arbeitsmaschinen, Apparate, Öfen u. s. w. oder die Grösse der Fabrikate eine bedeutende ist.

Nach Eulenberg[2]) ist es leicht, in Spinnsälen, in welchen die Aufstellung der Spinnmaschinen einen grossen Raum beansprucht, je 60 bis 95 cbm Luftraum für jeden Arbeiter zu schaffen. In grösseren Schmiedewerkstätten entfällt auf den Arbeiter ein Luftraum von 50 cbm und mehr. In den Lokomotiv- und Wagenwerkstätten der Eisenbahnen nehmen die Fahrzeuge einen so grossen Raum ein, das auf jeden Arbeiter mindestens ein Luftraum von 200 cbm kommt. Der Websaal der Spinnerei und Weberei Rollnau in Baden bietet jedem Arbeiter einen Luftraum von 89 cbm.[3]) In der k. k. priv. Heinrichsthaler Bobbinet- und Spitzenfabrik in Lettowitz beträgt der auf den Arbeiter entfallende Luftraum 46,3 cbm,[4]) in den Spinnsälen der Wollwarenfabrik von Ferdinand Levin in Göttingen 155 cbm.

Für die mit manchen Fabriken, insbesondere Zuckerfabriken, Ziegeleien, Zementfabriken und Hüttenwerken, verbundenen Arbeiterkasernen, sind ebenfalls in verschiedenen Landesteilen Polizeiverordnungen erlassen, welche neben anderen Bestimmungen auch solche über den Luftraum enthalten. Das geforderte Mindestmaass schwankt zwischen 7,5 und 12 cbm für jeden Arbeiter.

Eine Polizeiverordnung für den Regierungsbezirk Hildesheim, betreffend die Unterkunftsräume der in gewerblichen und landwirtschaftlichen Betrieben sowie bei Bauten beschäftigten Arbeiter und Arbeiterinnen, vom 21. Mai 1893, enthält über den Luftraum folgende Bestimmungen: „Die Schlafräume mit wagerechten Decken müssen wenigstens 2,75 m hoch sein und jedem darin untergebrachten Arbeiter bezw. jeder Arbeiterin einen Flächenraum von mindestens 3 qm, d. i. einen Luftraum von 8,25 cbm gewähren. Wenn bei bereits vorhandenen Räumen die Höhe von 2,75 m nicht zur Verfügung steht, so dürfen die Räume als Schlafräume fernerhin nur benutzt werden, wenn der genannte Luftraum für jede Person derartig erhöht wird, dass in Räumen von 2,5 m Höhe und darüber 9 cbm und in Räumen unter 2,5 m Höhe 10 cbm vorhanden sind. Räume mit weniger als 2 m Höhe sind unzulässig. Befinden sich Schlafräume unter schrägen Dachflächen, so muss für jeden Arbeiter oder Arbeiterin mindestens ein Luftraum von 10 cbm vorhanden und müssen die Dachflächen undurchlässig sein. Stehen in den Schlafräumen die Betten über einander, so ist unter allen Umständen — auch bei wagerechter Deckenfläche — ein Luftraum von 10 cbm für jeden Arbeiter zu gewähren. Sind besondere Speise- und Wohnräume nicht vorhanden,

[1]) Oppermann, Die Grössenbemessung der Eisenbahnwerkstätten. Berlin 1890.

[2]) Eulenberg, Handbuch der Gewerbehygiene, S. 550. Berlin 1876.

[3]) Amtliche Mitteilungen 1884, S. 467.

[4]) Kraft, Fabrikshygiene, S. 12. Wien 1891.

sondern werden die Mahlzeiten in denselben Räumen eingenommen, welche auch als Schlafräume dienen, so müssen diese für jeden Arbeiter einen Luftraum von mindestens 12 cbm und einen Flächenraum von mindestens 4 qm gewähren."

b. Rechnerische Ermittelung des Luftraumes.

Die Verunreinigungen der Luft eines Raumes, welche durch die Haut- und Lungenthätigkeit der in dem Raume sich aufhaltenden Menschen entstehen, entziehen sich — abgesehen von der Kohlensäure — der direkten Bestimmung. Da aber angenommen werden kann, dass die belästigenden und schädlichen Verunreinigungen der Luft sich im gleichen Verhältnis mit dem Kohlensäuregehalt vermehren, so wird der letztere als Maassstab der Luftverderbnis gewählt, obwohl er an und für sich das eigentlich Schädigende einer veratmeten Luft nicht zu sein braucht.

Man findet freilich sehr häufig die irrthümliche Meinung, dass ein hoher Kohlensäuregehalt eines bewohnten Raumes eine sanitäre Gefahr bedeute. Dies ist aber keineswegs der Fall. Nach Wilhelm Müller's Beobachtungen hört die Kohlensäureausscheidung aus dem Blute erst auf, wenn der Kohlensäuregehalt der Atmungsluft den Kohlensäuregehalt des Lungenblutes erreicht. Wenn man nun bedenkt, welcher Unterschied zwischen dem Kohlensäuregehalt des Lungenblutes und demjenigen einer selbst schlechten Luft eines Wohnraumes besteht, so wird man begreifen, dass der Kohlensäuregehalt in Wohnräumen im allgemeinen keine sanitäre Gefahr bildet. v. Pettenkofer hat sich ohne Störung seines Wohlbefindens in einer 10‰ Kohlensäure enthaltenden Luft aufgehalten.[1]

Die Gefahren einer schlechten Luft bewohnter Räume rühren anerkanntermaassen hauptsächlich von den organischen Bestandteilen her, welche der Haut- und Lungenthätigkeit entstammen. Insbesondere glaubt C. Lang[2]) durch seine Beobachtungen zu dem Schluss berechtigt zu sein, dass weniger die Anhäufung *frischer* Ausdünstungsstoffe als deren Zersetzung die Wohnräume unbehaglich macht und zu sanitären Bedenken Veranlassung giebt.

Es ist v. Pettenkofer's Verdienst, zuerst auf die Bedeutung des Kohlensäuregehalts als eines guten Maassstabes[3]) für den Grad der Luftverunreinigung hingewiesen zu haben. Derselbe hat durch Versuche festgestellt, dass jede Luft eines Wohnraumes als schlecht und für einen beständigen Aufenthalt als untauglich zu erklären sei, welche durch die Anwesenheit der Bewohner auf mehr als 1‰ Kohlensäure gebracht ist;

[1]) Annalen der Chemie und Pharmazie 1862, Suppl.-Bd. II.

[2]) C. Lang, Über natürliche Ventilation und die Porosität von Baumaterialien, S. 6. Stuttgart 1877.

[3]) v. Pettenkofer, Über den Luftwechsel in Wohngebäuden. München 1858.

eine gute Zimmerluft, in welcher der Mensch erfahrungsmässig auf längere Zeit sich behaglich und wohl befinden soll, darf keinen höheren Kohlensäuregehalt als 0,7 ‰ haben. Für kleinere und ziemlich stark ventilierte Räume (speziell Eisenbahnwagen) kann nach den Untersuchungen von Wolffhügel und Lang dieser Grenzwert etwas verschoben werden, indem die Luft in solchen Räumen bei 1 ‰ Kohlensäure noch als gut und bei 1,5 ‰ als sanitär noch zulässig erachtet werden kann.

Der Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft unterliegt nur ganz geringen Schwankungen, er beträgt im Mittel 0,44 ‰.[1]) Wie wir oben (S. 20) gesehen haben, enthält:

	Stickstoff	Sauerstoff	Kohlensäure
die eingeatmete Luft	79,15	20,81	0,04
die ausgeatmete Luft	79,55	16,03	4,38
		— 4,78	+ 4,34

Bei jedem Atemzuge wird demnach ein Überschuss von 4,34 % Kohlensäure erzeugt und findet eine Abnahme um 4,78 % Sauerstoff statt. Letztere kann kein Bedenken erregen und verdient an dieser Stelle keine Beachtung, weil wegen der Geringfügigkeit der Abnahme ein Mangel an Sauerstoff nicht eintritt und daher eine sanitäre Gefahr nicht erwächst. Da der Mensch in der Minute durchschnittlich 18mal atmet und für jeden Atemzug 0,5 l Luft gebraucht, so erzeugt er in der Minute einen Kohlensäureüberschuss von $0{,}5 \cdot 18 \cdot 0{,}0434 = 0{,}3916$ l, d. i. für die Stunde 23,5 l. Es ist hiernach leicht zu übersehen, dass in einem hermetisch geschlossenen Raume, in welchem Menschen sich aufhalten, der Kohlensäuregehalt bald das Maass überschreiten würde, welches als Grenze der Schädlichkeit genannt ist. In Wirklichkeit ist aber kein bewohnter Raum hermetisch geschlossen, vielmehr findet ununterbrochen ein natürlicher Wechsel zwischen der Innenluft und der äusseren atmosphärischen Luft statt. Dieser Luftausgleich vollzieht sich durch die Fugen der Fenster und Thüren, durch die mit Schornsteinen in Verbindung stehenden Öfen und durch die Poren des Mauerwerks, indem veratmete Luft ins Freie tritt und frische Luft an deren Stelle in den Raum eindringt. Reicht dieser natürliche Luftwechsel nicht aus, den Ventilationsbedarf der in einem Raume sich dauernd aufhaltenden Menschen zu decken, so muss zu besonderen (künstlichen) Ventilationseinrichtungen gegriffen werden.

Es wird nun unsere Aufgabe sein, den Ventilationsbedarf eines Menschen auf rechnerischem Wege festzustellen. Dabei können diejenigen Quellen der Luftverunreinigung, welche der Eigenart des Fabrikbetriebes zur Last fallen, keine Berücksichtigung finden.

[1]) Eulenberg, Handbuch der Gewerbehygiene, S. 176. Berlin 1876.

Die Veranlassung zu dieser Rechnung bietet der Umstand, dass einmal die Forderungen der Autoren in dieser Hinsicht weit aus einander gehen, andererseits aber nur eine solche Rechnung eine sichere Unterlage für die Bemessung des Luftraumes liefern kann.

Wie bereits angeführt, hält Villaret einen stündlichen Luftwechsel von 60 cbm für erforderlich. Rubner[1]) berechnet denselben für einen Kohlensäuregehalt von 0,7 ‰ zu 113 cbm und für einen Kohlensäuregehalt von 1 ‰ zu 45 cbm. Morin verlangt für Kopf und Stunde folgende Luftmengen:

In Volksschulen	12—15 cbm
„ Krankenhäusern gewöhnlicher Art	60—70 „
„ Werkstätten „ „	60 „
„ „ mit besonderen Quellen der Luftverderbnis	100 „

u. s. w.[2])

Die Morin'schen Werte für den Ventilationsbedarf schwanken zwischen den weit aus einander liegenden Grenzen von 12 und 150 cbm. Die Rubner'schen Angaben sind im allgemeinen etwas hoch gegriffen, indem die mitgeteilten rechnerischen Ermittelungen denjenigen Teil der Kohlensäure und der schädlichen Beimengungen vernachlässigen, welcher mit der abströmenden Luft fortgeführt wird. Wenn die Morin'schen Werte ein notwendiges Erfordernis darstellen, so müsste beispielsweise in Zigarrenfabriken, für die nach obrigkeitlichen Bestimmungen für jeden Arbeiter ein Mindestmaass von 7 cbm Luftraum zugelassen wird, stündlich eine $\frac{60}{7} = 8{,}6$ malige Erneuerung der Luft eintreten. Dies ist aber für gewöhnliche Verhältnisse, d. h. bei mangelnder künstlicher Lüftung, nach den Versuchen v. Pettenkofer's als unmöglich zu betrachten.

Die Versuche von v. Pettenkofer ergaben, dass in einem Lokal von 75 cbm Luftraum durch die Thür- und Fensterspalten, durch poröse Mauern u. s. w. an frischer Luft in der Stunde zugeführt wurden:

95 cbm bei einer Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen von 20^0,
75 „ „ „ „ „ „ „ „ „ 19^0,
22 „ „ „ „ „ „ „ „ „ 4^0.

Beim Öffnen eines Fensterflügels von 0,8 qm Fläche und einer Temperaturdifferenz von 4^0 ergab sich ein Luftzutritt von 42 cbm in der Stunde; bei sorgfältig verklebten Thür- und Fensterfugen und 19^0 Temperaturdifferenz wurde eine Luftzufuhr von 54 cbm in der Stunde beobachtet, und der Luftzutritt stieg auf 94 cbm, nachdem in dem betreffenden

[1]) Rubner, Lehrbuch der Hygiene. 4. Auflage, S. 174. Leipzig und Wien 1891.
[2]) Vergl. Rubner a. a. O. S. 175.

Raum ein Ofen angeheizt worden war, der die zur Erhaltung des Feuers erforderliche Luft aus diesem Raum entnahm.

Nach diesen Versuchsergebnissen darf man annehmen, dass in Räumen unter nicht aussergewöhnlich ungünstigen Verhältnissen — im Sommer bei geringer Temperaturdifferenz und geöffneten Fenstern, im Winter bei geschlossenen Fenstern und Ofenheizung — die Erneuerung der Luft nur einmal in der Stunde vor sich geht.[1])

In einem mit frischer Luft erfüllten Raum von Q cbm Inhalt sind nach den vorhergehenden Angaben 0,4 Q l Kohlensäure enthalten. Wird die Annahme gemacht — eine Annahme, die der Wirklichkeit ziemlich nahe kommt —, dass die von einem in dem Raume anwesenden Menschen ausgeatmete Luft stets einen Überschuss von 4,34 % Kohlensäure liefert, dass ausserdem dieser Überschuss mit der Luft des Raumes sofort eine homogene Mischung bildet, wird ferner zur Vereinfachung der Rechnung angenommen, dass der durch die Ventilation des Raumes ununterbrochen stattfindende Austausch der frischen und gebrauchten Luft periodisch in Zeiträumen von je einer Minute stattfindet, so lässt sich der Kohlensäuregehalt K des Raumes am Ende der ersten, zweiten, dritten u. s. w. Minute wie folgt berechnen.

Am Ende der ersten Minute ist in dem Raum an frischer und ausgeatmeter Kohlensäure der Betrag von 0,4 Q + 0,3916 l vorhanden. Findet in dem Raume durch die vorhandene Ventilation eine m-malige Erneuerung der Luft in der Stunde statt, so wird am Ende der ersten Minute ein Betrag von $\frac{Q}{\left(\frac{60}{m}\right)}$ cbm Luft von aussen zuströmen und eine gleiche Menge an veratmeter Luft abziehen. Die letztere wird einen Betrag von $\frac{0{,}4\,Q + 0{,}3916}{\left(\frac{60}{m}\right)}$ Kohlensäure fortführen, die frische Luft wird dagegen einen Zuwachs von $\frac{0{,}4\,Q}{\left(\frac{60}{m}\right)}$ Kohlensäure in den Raum hineinbringen. Am Ende der ersten Minute ist also nach vollzogenem Luftaustausch ein Kohlensäuregehalt von

$$K_1 = (0{,}4\,Q + 0{,}3916) - \left(\frac{0{,}4\,Q + 0{,}3916}{\left(\frac{60}{m}\right)}\right) + \frac{0{,}4\,Q}{\left(\frac{60}{m}\right)}$$

$= 0{,}4\,Q + 0{,}3916 - 0{,}0065\,m$ vorhanden.

[1]) Rubner, a. a. O. S. 175, nimmt für Wohnräume an, dass die Luft unter normalen Verhältnissen dreimal in einer Stunde erneuert wird.

Am Ende der zweiten Minute beträgt der Kohlensäuregehalt:

$$K_2 = (K_1 + 0{,}3916) - \left(\frac{K_1 + 0{,}3916}{\left(\frac{60}{m}\right)}\right) + \frac{0{,}4\ Q}{\left(\frac{60}{m}\right)}$$

$$= \frac{60 - m}{60}(K_1 + 0{,}3916) + \frac{0{,}4\,m\,Q}{60}.$$

Bezeichnet man der Übersichtlichkeit halber 0,3916 mit α, $\frac{0{,}4\,m\,Q}{60}$ mit β und $\frac{60 - m}{60}$ mit γ, so ergiebt die Fortsetzung der Rechnung für die n^te^ Minute das Ergebnis:

$$K_n = \beta + \gamma^{n-1}(K_1 + \alpha) + \gamma(\alpha + \beta)\{1 + \gamma + \gamma^2 + \ldots\ldots \gamma^{n-3} + \gamma^{n-2}\}.$$

Nach Summierung der Reihe und Einführung der Werte für α, β und γ erhält man daraus die Formel

$$(1)\ldots\, K_n = \frac{0{,}4\,m\,Q}{60} + \left(\frac{60 - m}{60}\right)^{n-1}\left(0{,}4\,Q + 0{,}3916 - 0{,}0065\,m + \frac{0{,}4\,m\,Q}{60}\right) + (60 - m)\left(0{,}3916 + \frac{0{,}4\,m\,Q}{60}\right)\left\{\frac{1 - \left(\frac{60 - m}{60}\right)^{n-2}}{m}\right\}.$$

Diese Formel giebt in umfassender Weise über die Frage des Ventilationsbedarfs Aufschluss, indem sie die gegenseitige Abhängigkeit des Luftraumes, der Lufterneuerung, der Dauer des Atmungsprozesses und des Kohlensäuregehaltes zur Anschauung bringt.

Zunächst bestätigt die Formel, wie zu erwarten stand, die Thatsache, dass eine bis ins ungemessene fortgehende Steigerung des Kohlensäuregehaltes in einem Wohnraume nicht eintreten kann. Setzt man nämlich $n = \infty$, so erhält man aus (1) als den höchsten nach unendlich langer Zeit vorhandenen Kohlensäuregehalt

$$(2)\ldots\ldots K = \frac{0{,}4\,m\,Q}{60} + \frac{60 - m}{m}\left(0{,}3916 + \frac{0{,}4\,m\,Q}{60}\right).$$

Benutzt man die Gleichung (1) unter Zugrundelegung numerisch bestimmter Grössen zur Ermittelung des Kohlensäuregehaltes, welcher in einem Raume nach der ersten, zweiten u. s. w. Stunde vorhanden ist, so wird man leicht erkennen, dass schon nach wenigen Stunden der Kohlensäuregehalt den Betrag nahezu erreicht, welcher in Gleichung (2) als Grenzwert festgestellt wurde. Es kann also die Gleichung (2) als Grundlage unserer Betrachtungen dienen, sofern man den Einfluss der Dauer des Atmungsprozesses, bezw. die Dauer des Aufenthaltes ausser acht lässt und damit nur den Zustand der Luft in Betracht zieht, welcher zwar als Grenzwert festgestellt wurde, jedoch in Wirklichkeit schon nach wenigen Stunden annähernd erreicht ist.

Für unsere Zwecke ist es von besonderer Wichtigkeit, die Frage zu beantworten: Wie gross muss der Luftraum bei der Einrichtung einer Fabrik bemessen werden, damit bei den vorhandenen Ventilationseinrichtungen der Zustand der Luft ein derartiger bleibt, dass für die sich dauernd in den Räumen aufhaltenden Menschen keine gesundheitsschädlichen Einflüsse entstehen?

Der Zustand der Luft kann die Gesundheit nicht schädigen, wenn der Kohlensäuregehalt $1^0/_{00}$ nicht übersteigt, d. h. mit anderen Worten 1 cbm Luftraum darf 1 l Kohlensäure enthalten, oder es muss die Beziehung bestehen:

$$(3) \ldots\ldots K = Q.$$

Die Bemessung des Luftraumes ist bei Schaffung künstlicher Lüftungseinrichtungen von geringerer Wichtigkeit, von ganz besonderer Wichtigkeit ist dieselbe jedoch für Räume, welche besondere Lüftungseinrichtungen nicht erhalten. Für letztere ist zunächst zu entscheiden, wie oft die Luft in der Stunde erneuert werden wird. Angeführt wurde, dass nach v. Pettenkofer's Versuchen bei natürlicher Lüftung nur eine einmalige Lufterneuerung in der Stunde angenommen werden dürfe, Rubner glaubt dagegen eine dreimalige Lufterneuerung voraussetzen zu dürfen.

Setzt man in Gleichung (2) der Reihe nach für m die Werthe 1, $1^1/_2$, 2 und 3 ein, so erhält man unter Berücksichtigung der Gleichung (3) als nötigen Luftraum für den Kopf:

bei einmaliger	Lufterneuerung	in	der	Stunde	Q = 38,5 cbm,
„ einundeinhalbmaliger	„	„	„	„	Q = 25,5 „
„ zweimaliger	„	„	„	„	Q = 18,9 „
„ dreimaliger	„	„	„	„	Q = 12,4 „

An der Hand der vorstehenden Ausführungen ergiebt sich ferner, dass der Ventilationsbedarf an frischer Luft für Kopf und Stunde beträgt:

38,5 cbm	bei Gestattung eines Kohlensäuregeh. der Atmungsluft von	$1^0/_{00}$,
77,0 „	„ „ „ „ „ „	„ $0,7^0/_{00}$,
115,5 „	„ „ „ „ „ „	„ $0,6^0/_{00}$.

Wenn man die berechneten Werte mit den obwaltenden thatsächlichen Verhältnissen der Luftzufuhr, bezw. des Luftraumes unserer Wohn- oder Arbeitsstätten vergleicht, so wird man finden, dass in vielen Fällen die letzteren ungeeignet sind, eine Respirationsluft zu liefern, die unter allen Umständen als unschädlich bezeichnet werden kann. Wenn nun auch mehr oder weniger zwingende Gründe die Anforderungen an Lüftungseinrichtungen und Luftraum sehr beschränken, so dürfen sie dennoch nicht auf ein Mindestmaass sinken, von dem nach den vorstehend angestellten Betrachtungen ohne weiteres feststeht, dass der

Raum für den dauernden Aufenthalt von Menschen ungeeignet wird und gesundheitliche Gefahren bedingt.

Die mitgetheilten Polizeiverordnungen für die Bezirke Trier und Koblenz lassen z. B. Fabrikräume ohne besondere Lüftungseinrichtungen zu, welche jedem Arbeiter 5 cbm Luftraum gewähren. Nach den v. Pettenkofer'schen Versuchen kann unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht darauf gerechnet werden, dass die Lufterneuerung energischer vor sich geht als einmal in der Stunde. Jedem Arbeiter werden also in solchen Räumen an frischer Luft 5 cbm in der Stunde zugeführt, während nach unserer Rechnung 38,5 cbm Luft erforderlich sind, mithin eine 7,7fache Lufterneuerung nötig wäre, um den Zustand der Luft dauernd gut zu erhalten.

Aus den vorstehenden Formeln lässt sich leicht herleiten, dass der Kohlensäuregehalt in Räumen von 5 cbm Luftraum pro Kopf bei einmaliger Lufterneuerung in der Stunde bereits nach einer Stunde 3,3 ‰ und nach 6 Stunden (Ende der Arbeitszeit vor bezw. nach der Mittagspause) gar 5 ‰ beträgt. Der Zustand der Luft in solchen Räumen muss hiernach geradezu als gesundheitsschädlich bezeichnet werden.

Die Anforderungen an den Luftraum gewöhnlicher Werkstätten und Fabriken, die besondere künstliche Lüftungseinrichtungen nicht besitzen, dürften niemals unter das Maass von 7 cbm für den Kopf sinken, und wo es irgend möglich erscheint, namentlich auch in allgemeinen obrigkeitlichen Verordnungen, sollte unter keinen Umständen ein Mindestmaass von weniger als 10 cbm festgesetzt werden, insbesondere dann, wenn in den Räumen während der Abendstunden längere Zeit bei Gaslicht oder wenn in Nachtschichten gearbeitet wird, oder auch, wenn jugendliche Arbeiter beschäftigt werden, die für die Entwickelung ihres Körpers eines besonderen Schutzes bedürfen. Selbst wenn man das Mindestmaass auf 12 bis 15 cbm für Kopf und Stunde erhöht, muss man auf Grund unserer Betrachtungen sich hinsichtlich der Unschädlichkeit der Respirationsluft mit der Annahme vertrösten, dass in der Stunde eine zwei- bis dreimalige Erneuerung der Luft stattfindet, eine Annahme, die in der Regel den thatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechen wird.

Die vorstehenden Ausführungen betrachten den Ventilationsbedarf lediglich unter Berücksichtigung der durch Haut- und Lungenthätigkeit hervorgerufenen Luftverunreinigung. Nun tritt aber in den meisten Fällen noch die künstliche Beleuchtung, die ebenfalls eine erhebliche Kohlensäureentwickelung bedingt, als eine weitere Quelle der Luftverunreinigung hinzu. Auch hier darf natürlich die letztere nicht als das Schädigende

angesehen werden; die Verunreinigung der Luft durch künstliche Beleuchtung (elektrisches Glühlicht ausgenommen) beruht vielmehr hauptsächlich darauf, dass neben dem beim Verbrennungsprozess sich bildenden Wasser und der Kohlensäure ein Teil der in der Flamme enthaltenen Kohlenwasserstoffe unverbrannt entweicht. Die Menge und die chemische Beschaffenheit dieser Produkte der unvollständigen Verbrennung sind bei den verschiedenen Beleuchtungsarten verschieden, auch hält die Menge mit der Kohlensäureproduktion der Flamme nicht gleichen Schritt. Aus diesem Grunde kann, wie auch Erismann[1]) annimmt, die Kohlensäure keinen ohne weiteres ausreichenden Maassstab für den Grad der Verunreinigung der Luft durch die Produkte der unvollständigen Verbrennung abgeben.

Wenn man bei Bemessung des Luftbedarfs die künstliche Beleuchtung berücksichtigen will, so müsste man streng genommen auf experimentellem Wege den Zusammenhang zwischen der Kohlensäuremenge und der Menge der schädigenden organischen Substanzen nachweisen, um hieraus Grenzwerte festzustellen, die für rechnerische Ermittelungen brauchbar sind. Da solche Untersuchungen nicht vorliegen, bleibt für eine überschlägliche Bemessung des Luftbedarfs zunächst nichts anderes übrig, als für eine bestimmte Menge von zu verbrennendem Beleuchtungsmaterial die demselben entsprechende Menge Kohlensäure in gleicher Weise in Rechnung zu ziehen, wie es vorhin geschehen ist. Lang giebt über die Kohlensäureproduktion verschiedener Beleuchtungsarten die folgende, aus Versuchen von Erismann herrührende Tabelle:

Beleuchtungsart	Materialverbrauch in der Stunde	Lichtstärke in Normalkerzen	Kohlensäureproduktion in der Stunde
Petroleum-Spaltbrenner . . .	35,5 g = 0,045 l	10	56,8
„ -Rundbrenner . . .	50,5 g = 0,064 l	7,6	61,6
Öllampe	22,4 g = 0,025 l	ca. 4	31,2
Kerze	20,7 g	1	11,3
Steinkohlengas, Schnittbrenner	140 l	7,8	92,8
„ Flachbrenner .	127 l	10	86,0

Hiernach erzeugt z. B. der in der Stunde 140 l Gas verbrauchende Schnittbrenner in dieser Zeit 92,8 l Kohlensäure, was ungefähr der Menge der von vier Personen erzeugten Kohlensäure entspricht. Wenn nun auch Erismann aus seinen Beobachtungen schliesst, dass in Bezug auf orga-

[1]) Erismann, Untersuchungen über die Verunreinigung der Luft durch künstliche Beleuchtung und über die Verteilung der Kohlensäure in geschlossenen Räumen. Zeitschrift für Biologie, Bd. XII.

nische Substanzen die Luft durch eine Gasflamme von sechs Normalkerzen Lichtstärke in der gleichen Weise wie durch vier Personen verunreinigt wird, so würde man fehlgehen, wenn man allgemein einen ähnlichen Maassstab bei Bemessung der Luftzufuhr anlegen würde. Jedenfalls ist es nicht richtig, den ganzen Betrag der durch die Flamme erzeugten Kohlensäure der Menge von Kohlensäure, welche durch die Bewohner erzeugt wird, hinzuzurechnen und diesen Wert in unsere Gleichungen einzuführen. Es ist zu bedenken, dass die durch die Beleuchtung erzeugten organischen Substanzen andere Eigenschaften besitzen als diejenigen, welche durch die Abscheidungen der Haut und der Lunge entstehen; auch wird die durch künstliche Beleuchtung hervorgerufene Wärmeentwickelung in der Regel die Temperaturdifferenzen erhöhen und demzufolge eine kräftigere natürliche Lüftung erzeugen.

Wolpert will für die durch künstliche Beleuchtung verdorbene Luft die Hälfte der durch sie produzierten Kohlensäure der von den anwesenden Personen erzeugten Kohlensäuremenge hinzurechnen; doch rät er, die Verbrennungsprodukte möglichst direkt abzuführen, bevor sie sich mit der zu atmenden Luft mischen können. (Vergl. auch S. 26.)

C. Konstruktion und Material der einzelnen Gebäudeteile.

a. Wände.

Die senkrecht oder auch geböscht aufsteigenden Konstruktionsteile eines Bauwerkes, welche unter dem Namen Wände bekannt sind und welche, wenn sie aus Mauerwerk bestehen, Mauern genannt werden, werden aus den verschiedenartigsten Materialien und in verschiedenster Konstruktionsweise hergestellt. Je nach der Verwendung unterscheidet man Umfassungs-, Scheide-, Front- oder Giebelwände. Scheidewände aus feuerbeständigem Material heissen Brandmauern.

Wo bei gewerblichen Anlagen Feuersicherheit verlangt werden muss, wo es sich also nicht lediglich um kleinere, eingeschossige und isoliert stehende Anlagen handelt, sind die Wände aus feuerbeständigem Material herzustellen. In hygienischer Beziehung ist ferner die Abhaltung aufsteigender Feuchtigkeit sowie eine hinreichende Durchlässigkeit (Permeabilität) der Baumaterialien erforderlich, da letztere die Grundlage der natürlichen Lüftung der Räume bildet. Eine ausreichende Durchlässigkeit der Baumaterialien ist ganz besonders da erforderlich, wo von künstlicher Lüftung der Räume Abstand genommen wird, wo demnach neben dem gelegentlichen Lüften durch die Fenster die Beschaffung der

ganzen nötigen Menge reiner Luft von der Porosität der Baumaterialien abhängig ist. Poröse Baumaterialien haben ausser dem Vorzug der Durchlässigkeit noch den weiteren, dass die Wärmekapazität im allgemeinen mit der Porosität zu-, die Leitungsfähigkeit abnimmt. Das Material wird demzufolge die Wärme geraume Zeit an sich halten und dadurch für den Raum zur Wärmequelle werden, andererseits wird es die Wärme des Innenraumes nur langsam ins Freie gelangen lassen. Bei der natürlichen Lüftung durch solche poröse Bausteine ist auch noch der weitere Vorteil geboten, dass die eintretende frische Luft bei ihrem verhältnismässig langen Aufenthalte in den angeheizten Wänden vorgewärmt wird und mit einer Temperatur eintritt, welche sich nur wenig von der des Raumes unterscheidet. Alle diese Eigenschaften der porösen Baumaterialien sprechen dafür, dass man dieselben stets für die Wände derjenigen Räume wählen sollte, in welchen sich Menschen während längerer Zeit aufzuhalten haben. Feuerbeständigkeit und Porosität ist bei den meisten Baumaterialien gemeinschaftlich vorhanden.

Bis zu einer gewissen Grenze ist ein Baumaterial in hygienischer Beziehung um so besser, je poröser es ist. Hierbei ist wohl zu beachten, dass der Bewurf und der Anstrich der Wände von aussen, oder der Verputz und Anstrich oder die Tapezierung von innen die Güte des Baumaterials in der angedeuteten Richtung mehr oder weniger herabmindern wird.

Nach den Untersuchungen von Lang[1]) nehmen die Baumaterialien in nachstehender Reihenfolge an Permeabilität ab:

1. Kalktuffstein;
2. Schlackenstein, Haardt a. Sieg, 1873;
3. „ aus Zuffenhausen bei Stuttgart;
4. „ englischer;
5. „ Osnabrück, 1873;
6. „ „ 1871;
7. Cendrinsteine, München;
8. Fichtenholz über Hirn;
9. Luftmörtel;
10. Ziegel, bleich, Osnabrück;
11. Beton;
12. Handziegel, stark gebrannt, München;
13. Klinker (Verblendstein), unglasiert;
14. Portlandzement;

[1]) C. Lang, Über die natürliche Ventilation und Porosität von Baumaterialien. Stuttgart 1877.

15. Maschinenziegel, München;
16. Grünsandstein, oberbayerischer;
17. „ Schweizer;
18. Handziegel, schwach gebrannt, München;
19. Eichenholz über Hirn;
20. Gips, gegossen;
21. Klinker, glasiert (undurchlässig).

Nach dieser Reihe kommt dem Gips eine verhältnismässig geringe Durchlässigkeit zu. Die Richtigkeit der angewiesenen Stelle darf in Zweifel gezogen werden, denn im Gegensatz zu Lang hat Märcker festgestellt, dass die Durchlässigkeit von gegossenem Gips wesentlich von der Dicke des angewandten Breies abhängt, indem Gips, aus sehr dünnem Brei hergestellt, zu den durchlässigsten Materialien gehört.

Die Ziegelsteine sind hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit sehr verschieden. Nach Lang und Märcker vermehrt das Brennen die Porosität der Ziegelsteine. Schwach gebrannte Steine sind im allgemeinen weniger durchlässig als die härter gebrannten Steine; mit dem beginnenden Zusammensintern des Steines bei sehr starkem Brennen nimmt die Porosität wieder ab. Der glasierte Klinker hat sich sogar als undurchlässig erwiesen.

Beton und Zement gehören in trockenem Zustande zu den durchlässigeren Materialien; bleibend dicht werden dieselben, wenn sie sich längere Zeit unter Wasser befunden haben.

Die Holzarten scheinen hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit sehr weit aus einander zu gehen. Auf die geringe Durchlässigkeit des Langholzes hat v. Pettenkofer aufmerksam gemacht.

Jeder Überzug der Wände (Anstrich, Putz u. s. w.) verringert ihre Durchlässigkeit bedeutend. Nach Lang ordnet sich die Abnahme der Durchlässigkeit in folgender Weise:

1. Anstrich mit Kalkfarbe;
2. „ „ Leimfarbe;
3. Tapetenüberzug, welcher die Durchlässigkeit um so mehr verringert, je dichter der verwendete Klebstoff ist;
4. Ölfarbenanstrich, der anfangs völlig verschliesst, aber auch nach Jahren noch eine starke Behinderung der Durchlässigkeit bietet;
5. Wasserglasanstrich, der nach Märcker im Laufe der Zeit immer dichter wird und allmählich völligen Verschluss bilden dürfte.

Aus der Porosität des Baumaterials kann man nur dann einen zum Vergleich geeigneten Maassstab für die Durchlässigkeit der daraus

errichteten Wände herleiten, wenn die verschiedenen Materialien in übereinstimmender Weise, d. h. in annähernd gleicher Steingrösse und mit gleicher Grösse der Mörtelbänder Verwendung finden.

Die Befeuchtung der Baumaterialien hat auf ihre Durchlässigkeit einen wesentlichen Einfluss. Über das Verhalten der Baumaterialien gegen Wasser giebt v. Pettenkofer an,[1]) dass die Benetzung poröser Baumaterialien mit Wasser die Permeabilität sehr beträchtlich herabsetzt, da dieselben in demselben Maasse, wie ihre Poren sich mit Wasser füllen, für Luft undurchlässig werden. Nach den Untersuchungen von Lang werden die verschiedenen Baumaterialien nach geschehener Durchfeuchtung dem Luftdurchgange in wesentlich verschiedenem Grade verschlossen, und zwar erleidet die Durchlässigkeit bei der Durchfeuchtung um so weniger Einbusse, je grösser die Poren des Materials sind.

Die Zeitdauer, welche zum Trocknen durchfeuchteter Wände erforderlich ist, hängt wesentlich von der Beschaffenheit des Materials und der die Wände umgebenden Luftschichten ab. Nach den Beobachtungen von Schürmann, Märcker und Lang ist im allgemeinen anzunehmen, dass poröse Baumaterialien das Wasser, welches sie aufgenommen haben, desto rascher abgeben, je grobkörniger sie sind, d. h. je bedeutender die Grösse ihrer einzelnen Poren ist.

Werden die Mauern aus Hohlsteinen (Lochsteinen) hergestellt, so trocknen sie nicht nur leichter und schneller aus als Mauern mit vollen Steinen, sondern sie verzögern auch den Wärmeausgleich, da die eingeschlossenen Luftschichten schlechte Wärmeleiter sind. Den gleichen Zweck kann man bei Mauern mit vollen Steinen durch Anlage sogenannter Luftisolierschichten erreichen. Hierzu wird in der Mauerwand ein Zwischenraum von 3 bis 5 cm Breite ausgespart und eine feste Verbindung der beiden Mauerwände durch zweckmässiges Einmauern von Binderschichten hergestellt.

Die sich auf den Baugrund aufsetzenden Wände (Fundamente) müssen vor allem gegen die aufsteigende Erdfeuchtigkeit (Grundwasser) geschützt werden, weil sonst die Wände dauernd durchfeuchtet bleiben würden. Ebenso sind die äusseren senkrechten Flächen, welche noch mit dem anstehenden Erdreich in Berührung bleiben, durch geeignete Isolierungsmittel gegen Feuchtigkeit zu schützen.

Eine häufiger zur Anwendung kommende Isolierungsmethode für ein mit Keller versehenes Gebäude ist in Fig. 5 veranschaulicht. Es bezeichnet a—b eine auf die sogenannte Abgleichungsschicht der Fundamente aufgebrachte Asphaltschicht. Ferner ist

[1]) v. Pettenkofer, Beziehungen der Luft zu Kleidung, Wohnung und Boden.

eine 12 cm starke Mauer von Ziegelsteinen mit Zementmörtel in einer Entfernung von 6 bis 7 cm von dem Kellermauerwerk mit den nöthigen Einbindern d aufgemauert und oben abgedeckt, so dass sich eine schützende Luftschicht bildet. Wenn man nicht wie in Fig. 5 mit der Mauer c nach aussen vortreten darf, so legt man die Luftschicht innerhalb des Mauerwerks an.

Ebenso wie gegen Feuchtigkeit kann man Luftschichten zur Erschwerung des Temperaturausgleichs und gegen Übertragung des Schalles anwenden. Sie werden entweder gemauert oder durch Lochsteine hergestellt.

Fig. 5.

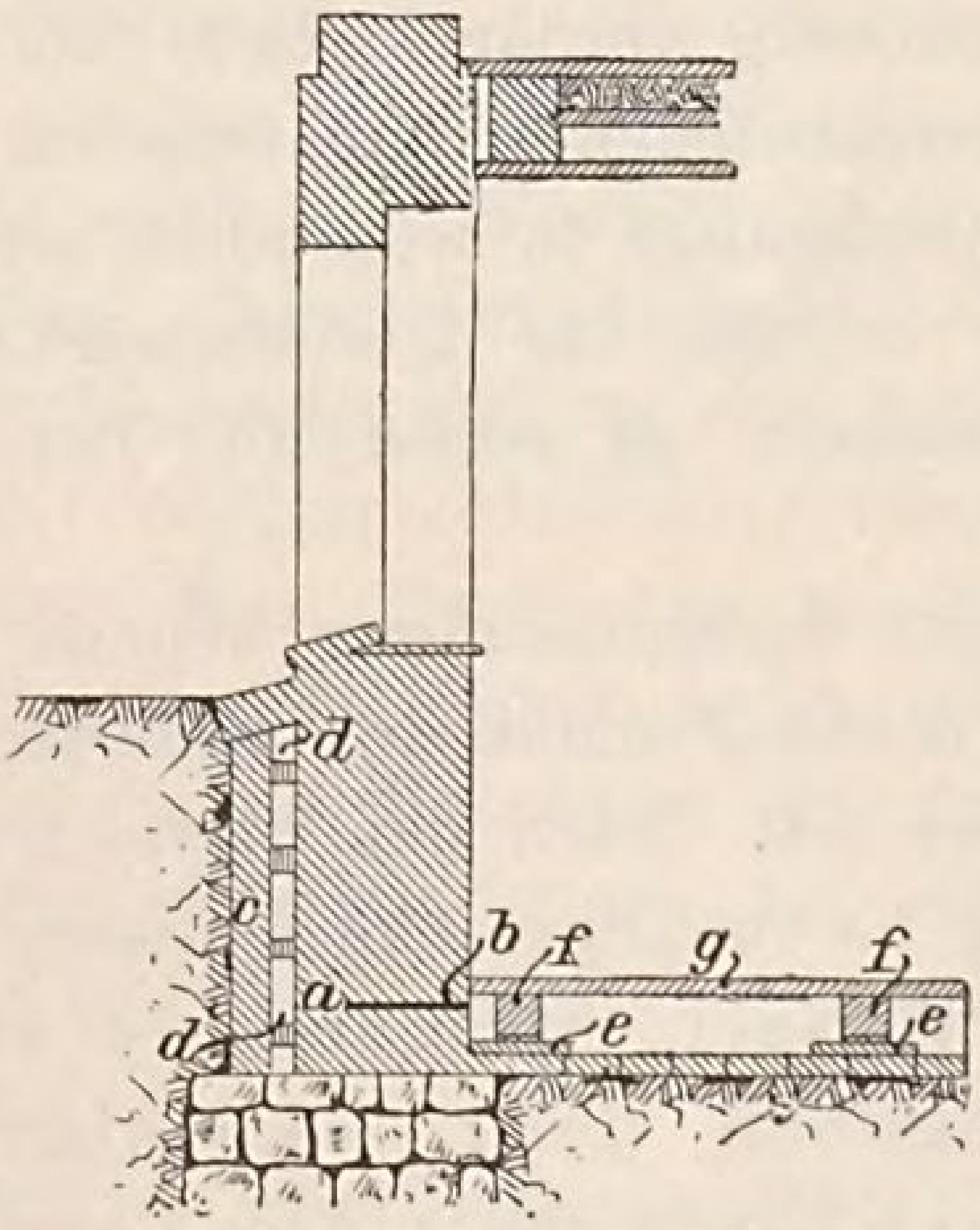
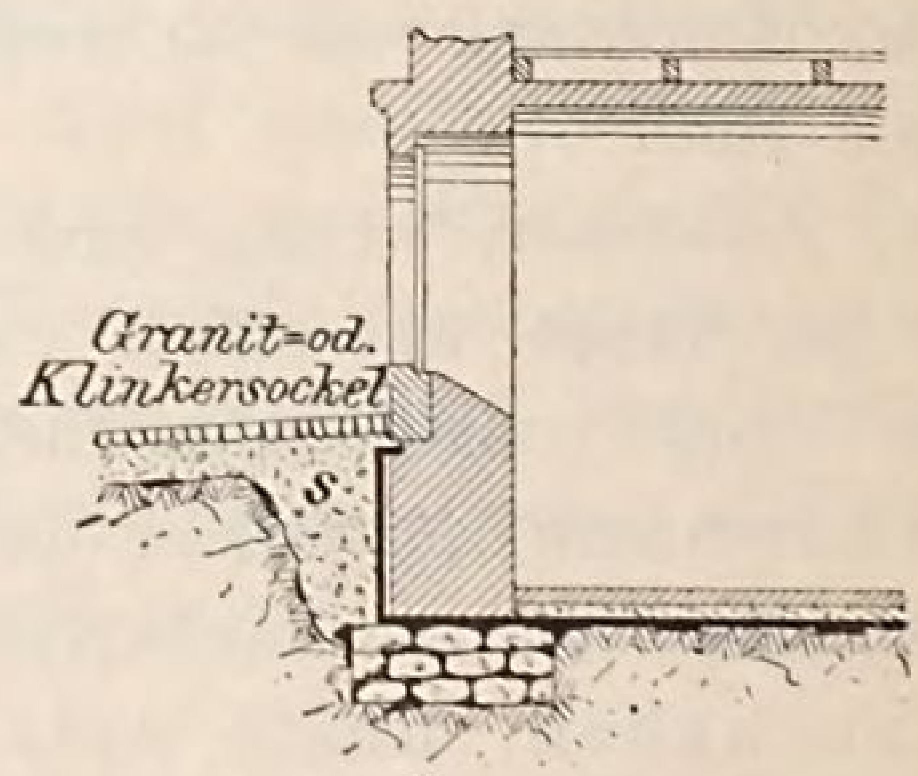


Fig. 6.



Isolierung gegen aufsteigende Erdfeuchtigkeit.
a—b. Isolierschicht. d. Einbinder. e. Einzelne Flachsteine mit Asphaltisolierung. f. Fussbodenlager. g. Fussboden.

Eine Isolierung der Mauern gegen den Zutritt seitlicher oder Grundfeuchtigkeit vermittels Asphaltplatten[1]) ist in Fig. 6 dargestellt. Die isolierende Plattenhaut geht unter den Kellermauern hindurch und wird an deren Aussenflächen fast bis zur Geländehöhe kesselartig in dichtem Verbande angeblendet. Die senkrechten Flächen können entweder durch Asphaltplatten oder durch Asphaltmörtelputz, und wenn nicht zu starker Wasserandrang zu fürchten ist, durch einen bündigen Überzug von heissem Teer und Asphalt geschützt werden. Diese vertikale Mauerdichtung kann ausserdem auch durch eine Ein- oder Vorblendung von Asphalt-Isoliersteinen (Hohlsteine) erzielt werden, welches Verfahren namentlich gegen stark lastende, in ihrer Lage veränderliche Erdanschüttungen und Berglehnen anzuraten ist.

Um die Mauern auch gegen das aufspritzende Wasser von der Dachtraufe zu schützen, ist der Schutz der vertikalen Flächen bis über Geländehöhe zu führen. Da der schützende Überzug an den zu Tage tretenden Stellen leicht einer Verletzung ausgesetzt ist, so empfiehlt sich die Ausführung dieses Teiles der Umfassungsmauern in einem durchaus undurchlässigen Material (Granit, Klinker u. dergl.).

Überall, wo die Isolierung senkrechter Flächen in der beschriebenen Art ausgeführt wird, ist darauf zu achten, dass dieselben vorher getrocknet und bei Asphaltmörtel und Asphaltanstrich unbedingt auch

[1]) Firmen, welche sich mit der Fabrikation derartiger Isolierplatten befassen, sind u. a.: Büsscher & Hoffmann in Bahnhof Eberswalde und Hoppe & Roehming in Halle a. d. Saale.

erwärmt werden, weil anderenfalls ein sicheres Anhaften des Asphalts nicht zu erreichen ist.

Da wo der Baugrund nicht besonders feucht und bei Einebnung desselben eine glatte Oberfläche zu erzielen ist, würde sogar die Herstellung einer Isolierschicht durch gut mit Teer überzogene Steinpappe in allen den Fällen zulässig erscheinen, wo die Last des auf den Grundmauern zu errichtenden Gebäudes eine wesentliche Kompression und mit dieser ein Zerreissen der isolierenden Schicht nicht befürchten lässt.

Sind die Fundamente eines Gebäudes aus Bruchsteinen hergestellt, so lässt sich der Schutz der Mauern gegen den Zutritt der Feuchtigkeit auch auf die durch Fig. 7 und Fig. 8 veranschaulichte Weise bewerkstelligen.

Fig. 7.

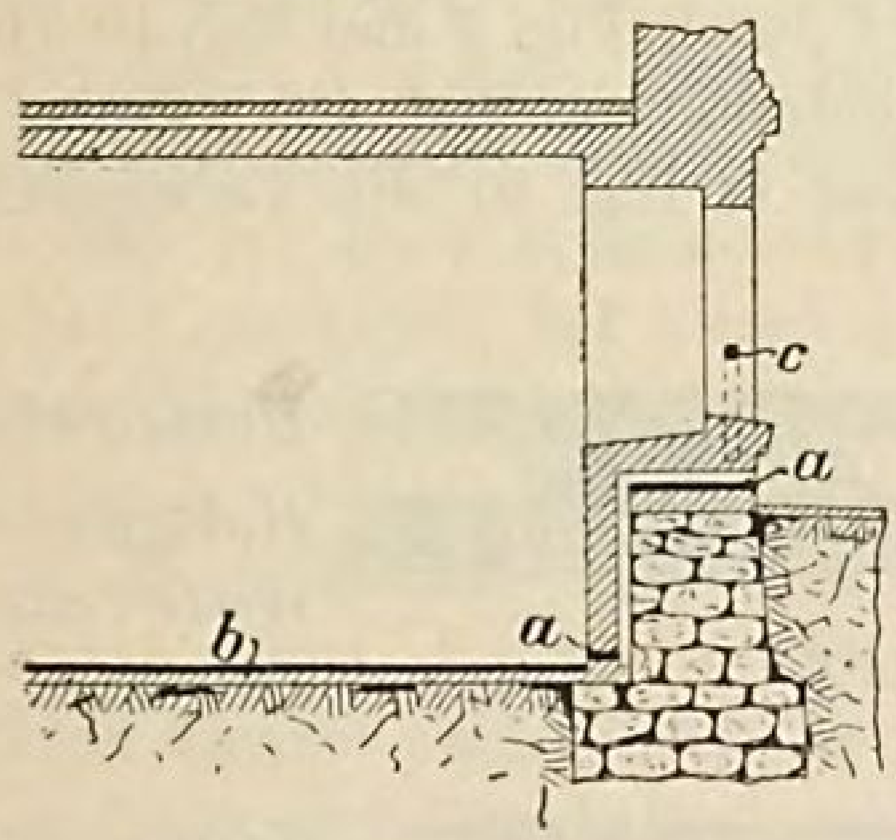
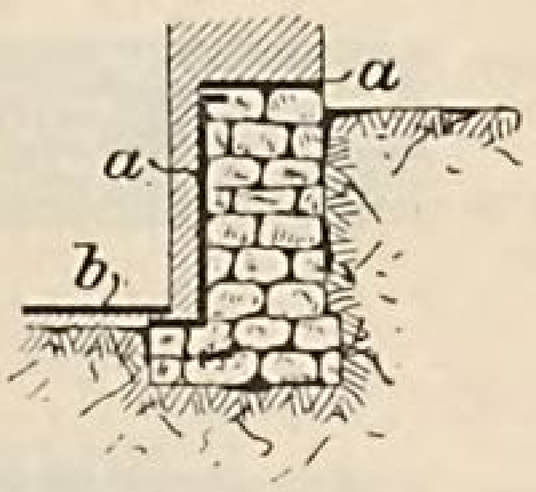


Fig. 8.



Isolierungsmethoden bei Bruchsteinmauerwerk.
a. Asphaltplatten. b. Asphalt. c. Ventilation.

In Fig. 7 ist die über Geländehöhe befindliche Asphaltplattenschicht a durch eine Luftschicht mit der in Fussbodenhöhe des Erdgeschosses angebrachten Isolierung a der vorgesetzten, $^1/_2$ Stein starken Trennungsmauer verbunden. In Fig. 8 ist die über Geländehöhe befindliche Asphaltplattenschicht a durch eine senkrecht vorgelegte Asphaltplattenlage a (oder auch durch einen Verputz mit Asphaltmörtel) mit der Fussbodenisolierung b verbunden.

Es verdient noch bemerkt zu werden, dass der am Gebäude anliegende Mutterboden stets sorgfältig entfernt werden sollte, da derselbe den sogenannten Mauerfrass, wie auch Hausschwamm hervorruft. An Stelle des Mutterbodens ist eine reine Sand- oder Kiesanschüttung s (Fig. 6) zu bringen, welche das Niederschlagswasser sehr schnell an das umgebende Gelände abgiebt.

Da über die Feuerbeständigkeit der verschiedenen Baumaterialien im allgemeinen kein Zweifel bestehen kann, so erübrigt es sich, diejenigen Wände näher zu bezeichnen, welche als aus feuerbeständigem Material hergestellt zu betrachten sind. Einige in neuerer Zeit in Aufnahme gekommene Konstruktionsarten und Baumaterialien,

welche gewisse beachtenswerte Vorzüge besitzen, sollen jedoch etwas eingehender beschrieben werden.

Zunächst sind Wände aus Hartgipsdielen[1]) bemerkenswert. Gips-Estrich ist eine feuerbeständige Masse. Die beschränkte Verwendungsfähigkeit des Gipses zu Bauzwecken hat man neuerdings dadurch beseitigt, dass man aus demselben dielenförmige Stücke giesst, die durch Beimischung von porösen und fest bindenden Stoffen (Haaren, zerkleinertem Kork u. s. w.) leicht und zähe und durch Einlage von Rohr u. dergl. versteift und zugfest gemacht werden. Beispielsweise werden in den Fabriken der Aktiengesellschaft für Monierbauten vorm. G. A. Wayss & Co. in Berlin die Hartgipsdielen gewöhnlich in festen Längen von 1,80 oder 2,50 m, festen Breiten von 25 und 20 cm und in Dicken von 2,5 bis 8 cm hergestellt. A. & O. Mack in Ludwigsburg (Württemberg), die sich als Erfinder der Gipsdielen bezeichnen, liefern letztere in ähnlichen Abmessungen. Diese Hartgipsdielen lassen sich wie Holz auf jedes beliebige Maass zersägen und wie dieses nageln, so dass ihre Verwendung eine äusserst einfache ist. Die erstgenannte Firma verwendet die Hartgipsdielen zu Umfassungswänden für Fabriken und andere Bauten in der durch Fig. 9 und Fig. 10 dargestellten Art. In der durch Fig. 9 veranschaulichten Konstruktion sind die Pfosten des Fachwerks aus eisernen T-Trägern gebildet, während in Fig. 10 die Verwendungsart für

Fig. 9.

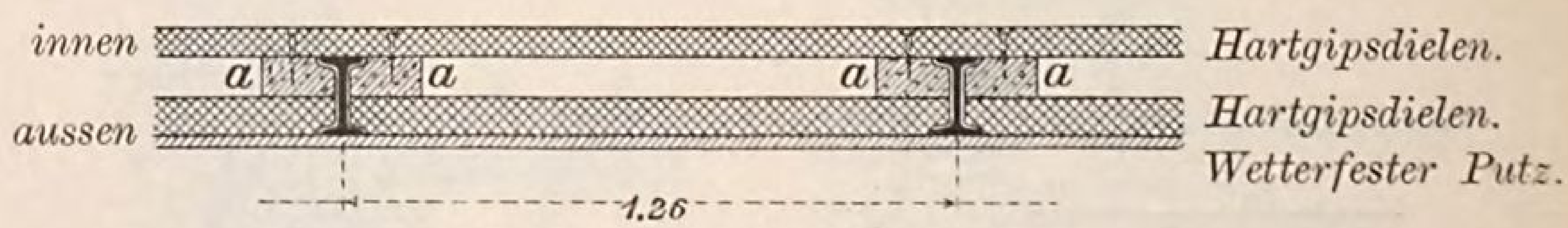
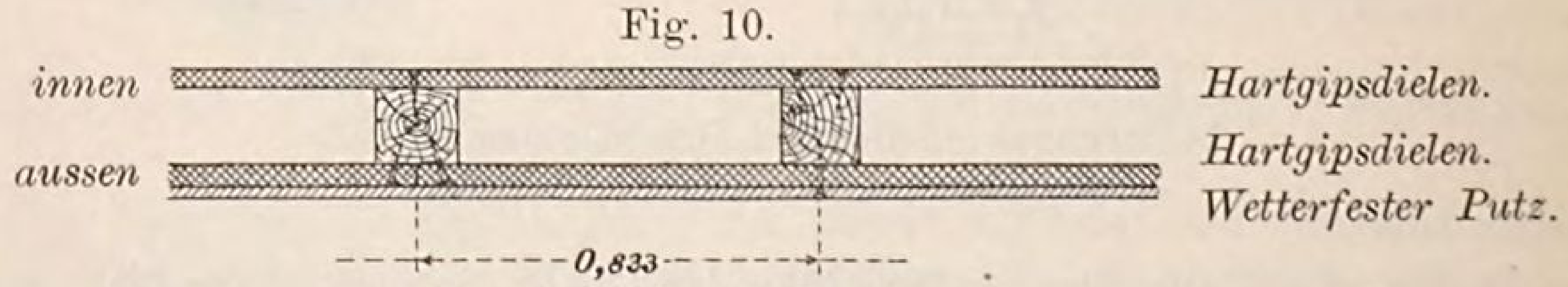


Fig. 10.



Hartgipsdielenwände.

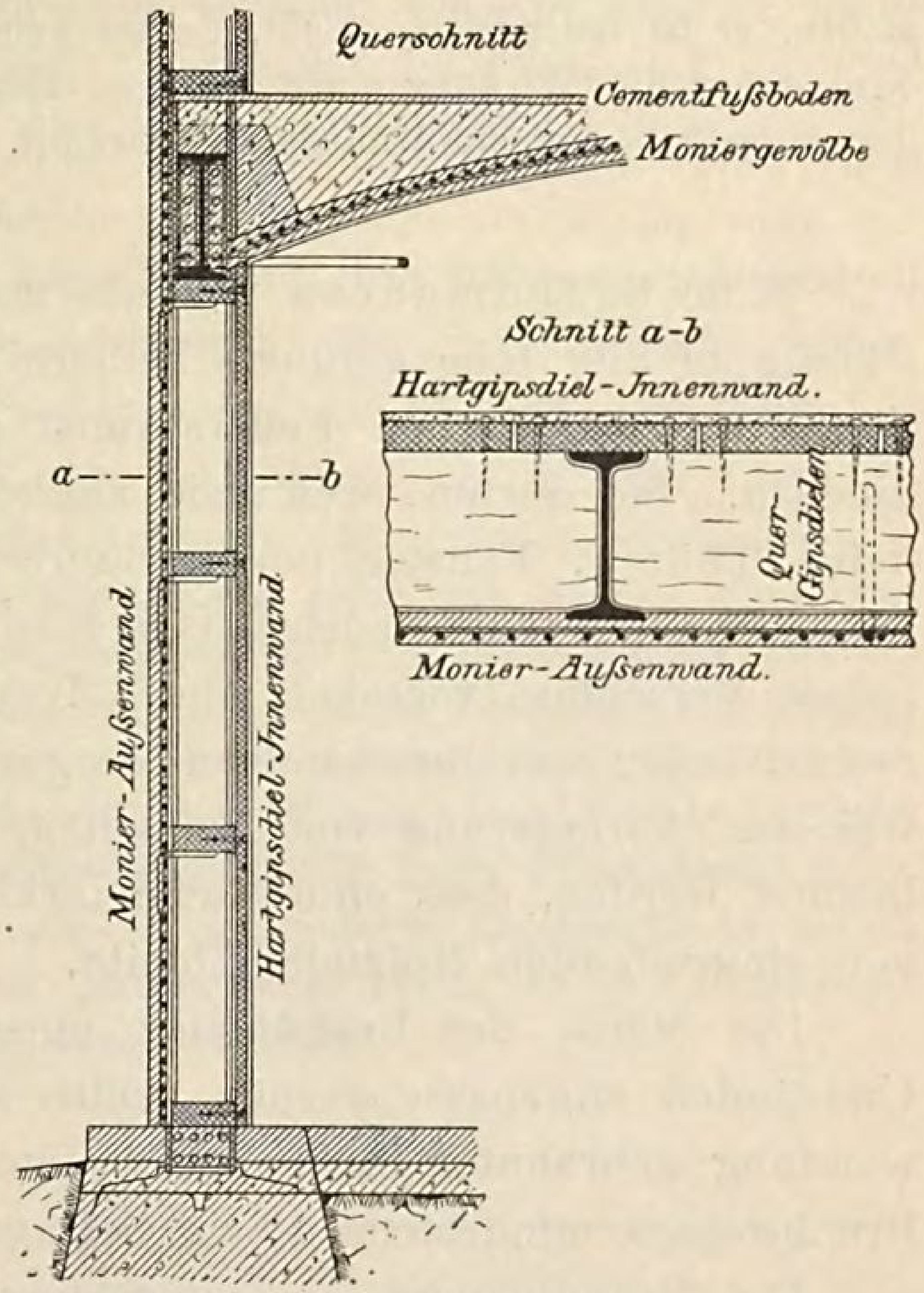
hölzernes Fachwerk angedeutet ist. Bei der erstgenannten Konstruktionsart werden die 5 oder 7 cm starken Aussen-Gipsdielen durch die Verspannungs-Gipsdielen a gehalten, an welche auch die 4 bis 5 cm starken Innen-Gipsdielen mit verzinkten 10 cm langen Drahtstiften genagelt sind; die gerauhten Aussen-Gipsdielen erhalten einen wetterfesten Putz aus Kalk- oder Zementmörtel. In Fig. 10 sind die 2,5 bis 4 cm starken Innen-Gipsdielen, wie auch die 5 cm starken Aussen-Gipsdielen, mittels verzinkter 7 oder 10 cm langer Drahtstifte an die Fachwerksstiele genagelt. Die gerauhten Aussen-Gipsdielen erhalten einen wetterfesten Putz aus Kalk- oder Zementmörtel.

Die Vorzüge dieser an sich feuersicheren Wandkonstruktionen bestehen darin, dass dieselben in jeder Jahreszeit schnell ausgeführt werden können, dass sie besonders leicht sind, dass das Wärmeleitungsvermögen ein geringes ist und sie demnach gegen Kälte und Hitze isolieren, und dass ferner das Baumaterial verhältnismässig billig ist. Da die Gipsdielen vollkommen trocken zur Verwendung gelangen und feuchtes Baumaterial und Mörtel nur als äusserer Verputz zur Verwendung gelangt, so sind die aus solchen Wänden hergestellten Räume als trocken und sofort für ihren Zweck verwendbar zu erachten.

[1]) Vergl. H. Chr. Nussbaum, Über Gips und Gipsdielen. Hannoversches Gewerbeblatt 1893, S. 173.

Eine andere feuersichere Wandkonstruktion ist diejenige nach Monier's Bauweise. Dieselbe besteht darin, dass in eine verhältnismässig dünne Wand aus Zementmörtel ein Eisengerippe (Gewebe oder Netzwerk) eingebettet wird. In Fig. 11 ist eine derartige von der Aktiengesellschaft für Monierbauten vorm. G. A. Wayss & Co. zur Ausführung gebrachte Wandkonstruktion für Fabrikgebäude dargestellt. Das Gebäude, welches aus Eisenfachwerk gebildet wird, hat Doppelwände, und zwar Monier-Aussenwände und Hartgipsdielen-Innenwände. Die Doppel-T-Wandpfosten haben 2,51 bis 5,01 m lichten Abstand, entsprechend den Längen einer oder zweier Hartgipsdielen. Letztere, 7 cm stark, werden auf Stützhaken aus 10 mm starkem Rundeisen, welche mit dem Eisengerippe der äusseren Monierwand verbunden und in diese einzementiert sind, wagerecht gestreckt; auf dieselben werden innen 2,5 bis 5 cm starke Hartgipsdielen in lotrechter Stellung genagelt und die gerauhte Fläche mit einem leichten Putz versehen. Die Quergipsdielen können auch auf Winkeleisenstücken (statt auf Stützhaken) aufruhen, welche an die Doppel-T-Pfosten angeschraubt sind.

Fig. 11.

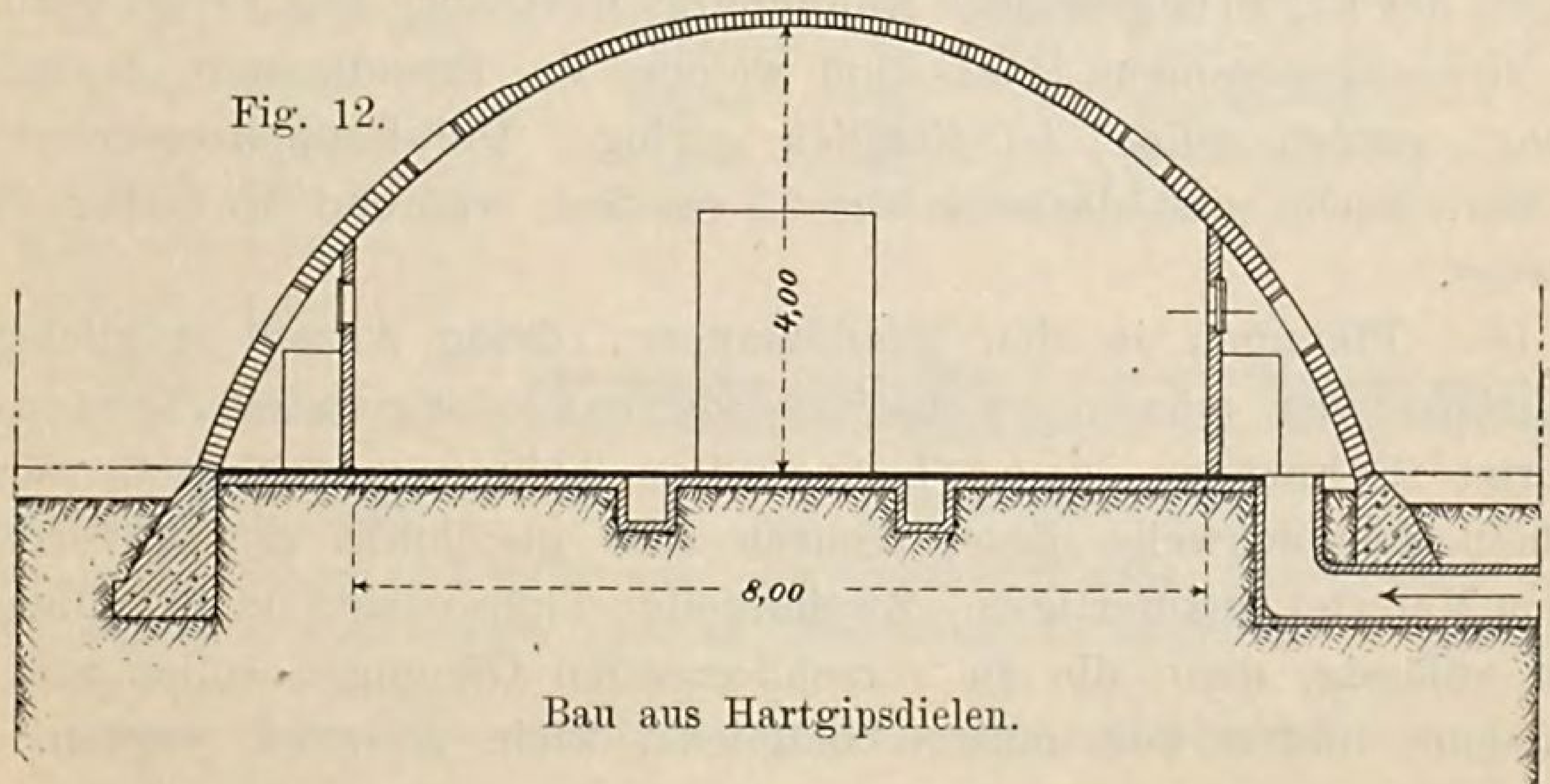


Wandkonstruktion nach Monier.

Die Vorzüge dieser Wandkonstruktion bestehen, neben ihrer Feuersicherheit, in der, namentlich bei schlechtem Baugrund wichtigen Leichtigkeit, Dauerhaftigkeit und schnellen Herstellbarkeit.

Es mag nicht unerwähnt bleiben, dass Wände und Decken aus Hartgipsdielen auch ein wesentliches Schalldämpfungsvermögen besitzen, was namentlich für Fabrikräume, welche durch lärmendes Geräusch lästig fallen, von Wichtigkeit ist.

Fig. 12.



Bau aus Hartgipsdielen.

Um die vielseitige Verwendungsfähigkeit der Hartgipsdielen zu veranschaulichen, ist in Fig. 12 ein aus denselben hergestellter gewölbter Bau dargestellt, der mehrfach als Fabrikations- und Trockenraum für brisante Sprengstoffe ausgeführt worden ist. Die Wände der Stirnseite und die Scheidewände bestehen gleichfalls aus Hartgipsdielen, ebenso die Thürbekleidungen. Ein derartiger Bau ist sehr schnell herzustellen, er ist feuersicher, leicht, besitzt keine Teile aus Holz, Eisen oder Stein, es wird daher die Wirkung einer etwaigen Explosion wegen der leichten und geringen Trümmerstücke auf ein Minimum beschränkt.

Unter Brandmauern versteht man massive, von Grund aus selbstständig in die Höhe geführte Mauern von solcher Stärke und Konstruktion, dass sie bei einer Feuersbrunst die Fortpflanzung des Feuers verhindern. Sie dürfen, wenn sie zugleich als Umfassungsmauern dienen, keine Thüren, Fenster oder andere Öffnungen, wenn sie Quer- oder Scheidemauern sind, höchstens solche Öffnungen haben, die mit feuerfestem Verschluss versehen sind. Werden Brandmauern aus gebrannten Steinen oder aus Bruchsteinen hergestellt, so dürfen dieselben nur so weit zur Auflagerung von Holzteilen, als Trägern, Balken, Dachlatten, benutzt werden, dass eine Mauerstärke von mindestens 25 cm ganz frei von eingreifenden Holzteilen bleibt.

Die Stärke der Brandmauer muss in jedem Falle den besonderen Umständen angepasst werden, sollte aber in den Dachgiebeln bei Verwendung gebrannter Steine mindestens 25 cm und bei Verwendung von Bruchsteinen mindestens 45 cm betragen.

Die Brandmauern zusammenstossender Gebäude oder Gebäudeteile sind, wenn die Dachflächen in gleicher Höhe oder Flucht liegen, wenigstens 15 cm über die Dachflächen und Dachfirste, wenn die Dachflächen ungleiche Höhe haben, 15 cm über den höchsten Dachfirst zu führen und lediglich mit feuer- und wetterfestem Material abzudecken.

Die angegebenen Mindestmaasse werden u. a. in den Baupolizeiordnungen der Regierungsbezirke Magdeburg, Merseburg und Erfurt verlangt. Das hier angenommene Maass, um welches die Brandmauern über Dach geführt werden sollen, ist ziemlich gering. Die Baupolizeiverordnung der Stadt Berlin setzt dasselbe auf 20 cm fest, während Meunier 60 cm verlangt.

Die Öffnungen in den Brandmauern, deren Anzahl möglichst zu beschränken ist, müssen mit eisernen oder aus sonstigem feuerbeständigem Material (Rabitzmasse u. a.) hergestellten Thüren verschlossen werden; Rahmen und Schwelle dieser Thüren sind gleichfalls aus unverbrennlichem Material anzufertigen. Zweiflügelige Thüren sind in Brandmauern nicht zulässig, denn die zu verschliessenden Öffnungen sollen nur eine Ausnahme bilden und müssen möglichst klein gehalten werden. Am

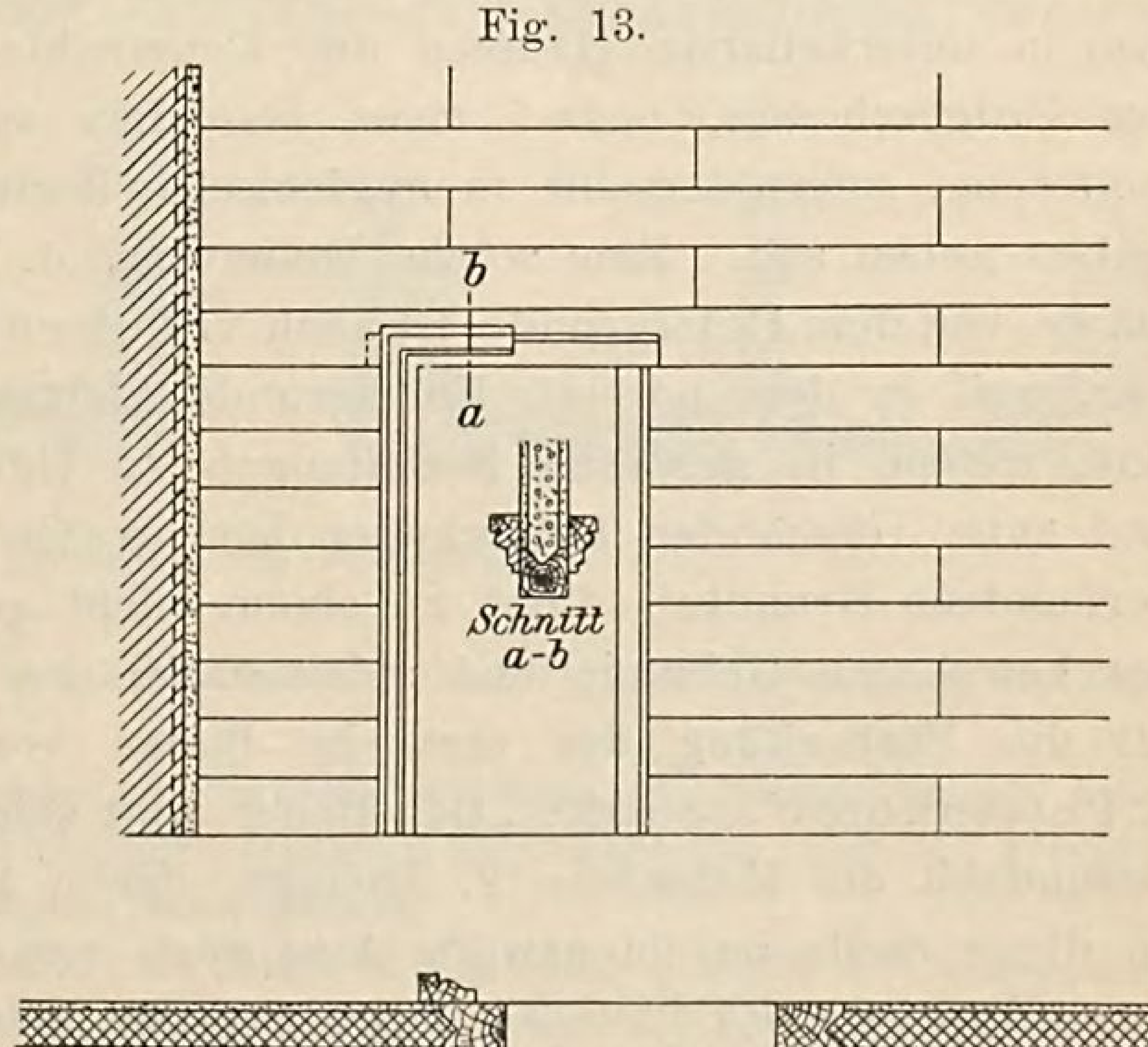
zweckmässigsten sind die Thüren in Brandmauern als Doppelthüren anzuordnen, von denen eine mit selbstthätigem Verschluss versehen wird.

Werden Mauern, welche als feuersichere Scheidemauern dienen sollen, von Transmissionswellen und Riemen durchbrochen, so müssen die Öffnungen auf ein Mindestmaass beschränkt werden; jedenfalls ist es nicht zulässig, die Wellen in den Mauern zu lagern, weil hierbei die Öffnungen so gross werden, dass ein Übertritt von Feuer und Rauch durch dieselben ungehindert stattfinden kann.

Neben den aus gewöhnlichem feuerbeständigem Baumaterial (Ziegel, Bruchsteinen u. s. w.) hergestellten Brandmauern, sind auch die Rabitz'schen Wände, sowie Wände nach Monier's Bauweise und Wände aus Hartgipsdielen und Xylolith (Steinholz) als gute Brandmauern zu betrachten.

Die Rabitz'schen[1]) Wände bestehen aus einem Drahtgeflecht, welches in einer Mörtelmasse aus Ätzkalk, Sand, schwefelsaurem Kalk, Leim und Haaren eingebettet ist. Die so hergestellte Wand besitzt ein geringes Wärmeleitungsvermögen und hat sich als vorzüglicher Schutz gegen Übertragung von Bränden bewährt. Für Scheidewände kann das Rabitz'sche System nicht ohne weiteres als tragende Konstruktion verwendet werden, es eignet sich jedoch sehr gut dazu, Wände, welche nicht lediglich aus feuersicherem Material hergestellt wurden, nachträglich durch Überkleidung feuersicher zu machen. Neben ihrer Verwendung als feuersichere Konstruktionen werden Rabitzwände namentlich an solchen Stellen passend angeordnet, wo es auf äusserste Platzausnutzung oder auf sehr geringe Belastung ankommt.

Fig. 13.



Hartgipsdielenwand.

In Fig. 13 ist die Verwendung von 5 oder 7 cm starken Hartgipsdielen zu einfachen, leichten, feuersicheren Scheidewänden dargestellt. Die Hartgipsdielen werden hochkant mit wechselnden Stössen in Kalkmörtel, dem etwa $^1/_3$ Gips zugesetzt ist, vermauert, und zwar für Wände bis 7,5 m Länge und 5 m Höhe ohne Zwischenpfosten irgend welcher Art, da die Stabilität der so hergestellten Wände eine völlig ausreichende ist. Der Anschluss an die Thürpfosten, welche nicht bis an die Decke durchgeführt werden, erfolgt in der skizzierten Weise. Statt der Thürpfosten aus Holz können auch solche aus Eisen verwendet werden. Grosse Wände werden zweckmässig unter Zuhilfenahme eines eisernen Fachwerks hergestellt.

[1]) Königl. Hofmaurermeister C. Rabitz, Berlin, Scharnhorststrasse 7.

Xylolith ist ähnlich wie Gipsdielen in Verbindung mit leichtem Eisenfachwerk zu verwenden. Das Material wird von der Deutschen Xylolith- Steinholz- Fabrik Otto Sening & Co. in Potschappel bei Dresden hergestellt und besteht aus einer unter besonders hohem Druck hergestellten Verbindung von Sägespänen und Mineralien. Es ist ein sehr zähes und festes Material von vorwiegend holzartiger Natur, welches in Wasser unlöslich und insofern feuerbeständig ist, als es die Flamme nicht überträgt. Das Xylolith ist ein schlechter Wärmeleiter. Die Verwendung des Xyloliths für Aussen- und Scheidewände wird der hohen Kosten wegen zunächst eine beschränkte sein müssen. Für bewegliche und für rasch herzustellende und sofort in Benutzung zu nehmende Gebäude bietet das Xylolith jedenfalls ein schätzenswertes Material.

Als Resultat dieser Betrachtungen über Material und Konstruktion der Wände ergiebt sich, dass diejenigen auf natürliche Lüftung angewiesenen Fabrikräume als die in hygienischer Beziehung besten zu erachten sind, deren Aussenwände

1. aus guten gebrannten Ziegeln oder aus ähnlichem porösem Material hergestellt sind,
2. aussen keinen Verputz haben,
3. innen lediglich mit Kalkfarbe gestrichen, und
4. gegen aufsteigende Feuchtigkeit gut isoliert sind.

b. Decken und Fussböden.

Der Boden eines Gebäudes, welcher sich auf den Baugrund aufsetzt, also in unterkellerten Häusern die Kellersohle, im übrigen der Boden des Erdgeschosses, bedarf einer besonders sorgfältigen Dichtung und Isolierung, sofern derselbe in hygienischer Beziehung zu Bedenken keinen Anlass geben soll. Eine solche Isolierung, d. i. der Abschluss der Gebäude von dem Untergrunde, ist nach v. Pettenkofer's Ansicht erforderlich, weil in dem porösen Untergrunde kleinste Organismen vorhanden sind, welche in gewissen Beziehungen zu Infektionskrankheiten stehen und unter Umständen Krankheiten hervorrufen können. Die im Boden vorhandene Grundluft dient zu einem nicht geringen Teil zur Lüftung der bewohnten Gebäude und spielt dabei den stets bereiten Vermittler für die Verbreitung der etwa im Boden vorhandenen Spaltpilze. In v. Pettenkofer's Schrift „Der Boden und sein Zusammenhang mit der Gesundheit des Menschen, 2. Auflage, Berlin 1882“, wird der folgende, an dieser Stelle beachtenswerte Ausspruch von Port angeführt:

„Wenn man sich die Gefahr vergegenwärtigt, welcher die Bewohner siechhaften Bodens ausgesetzt sind, dadurch, dass sie ihre Häuser ohne irgend eine Schutzvorrichtung, ich möchte sagen barfuss in den Boden hineinstellen, und wenn wir bedenken, dass selbst unsere vornehmsten Paläste an dieser partiellen Nacktheit laborieren, so macht uns dies notwendig den Eindruck eines kleinen Kulturdefekts. Wir haben in dieser Beziehung die primitivsten Konstruktionen aus der Kindheit der Baukunst nicht nur nicht überflügelt, sondern wir sind um ein ganz bedeutendes hinter denselben

zurückgeblieben. Wir haben vom hygienischen Standpunkt durchaus keine Ursache, auf die Landpfahlbauten mancher fremden Völkerschaften und auf die Lehmhütten, die sich noch bei unseren Bauern hier und da vorfinden, mit Geringschätzung herabzublicken; beide haben, wenn auch auf ganz verschiedenem Wege, ein hygienisches Prinzip berücksichtigt, das unseren Bautechnikern entgangen ist, sie haben ihre Wohnungen vom Boden unabhängig gemacht, dort durch Unterlegung eines die Luftzirkulation ermöglichenden Pfahlrostes, hier durch Absperrung der Hütten mittels eines Lehmestrichs."

Alles, was in dieser Beziehung von unseren Wohnungen zu sagen ist, gilt naturgemäss auch für gewerbliche Anlagen, in denen sich Personen ständig aufhalten müssen.

Der dichte Abschluss der Gebäude gegen den Baugrund geschieht durch verschiedenartig angeordnete Isolierschichten, zu welchen sich in erster Linie Asphalt und asphaltähnliche Materialien eignen (vergl. den vorhergehenden Abschnitt „Wände"). Für manche gewerbliche Anlagen, welche wegen ihrer konstruktiven Anordnung tief in den Boden dringen oder überhaupt mit aufsteigender Feuchtigkeit zu kämpfen haben, ist die gute Isolierung weniger aus hygienischen als aus technischen Rücksichten eine Notwendigkeit. In dieser Beziehung erfordert in der Regel stark erhitztes Herdmauerwerk bei Ziegelöfen, Dampfkesseln, Schmelzöfen u. s. w. eine entsprechende Isolation.

Wenn es sich um die Sicherung von Gebäuden mit Kellern handelt, so ist die in Fig. 14 dargestellte Anordnung einer Isolierschicht aus Asphaltplatten über dem

Fig. 14.

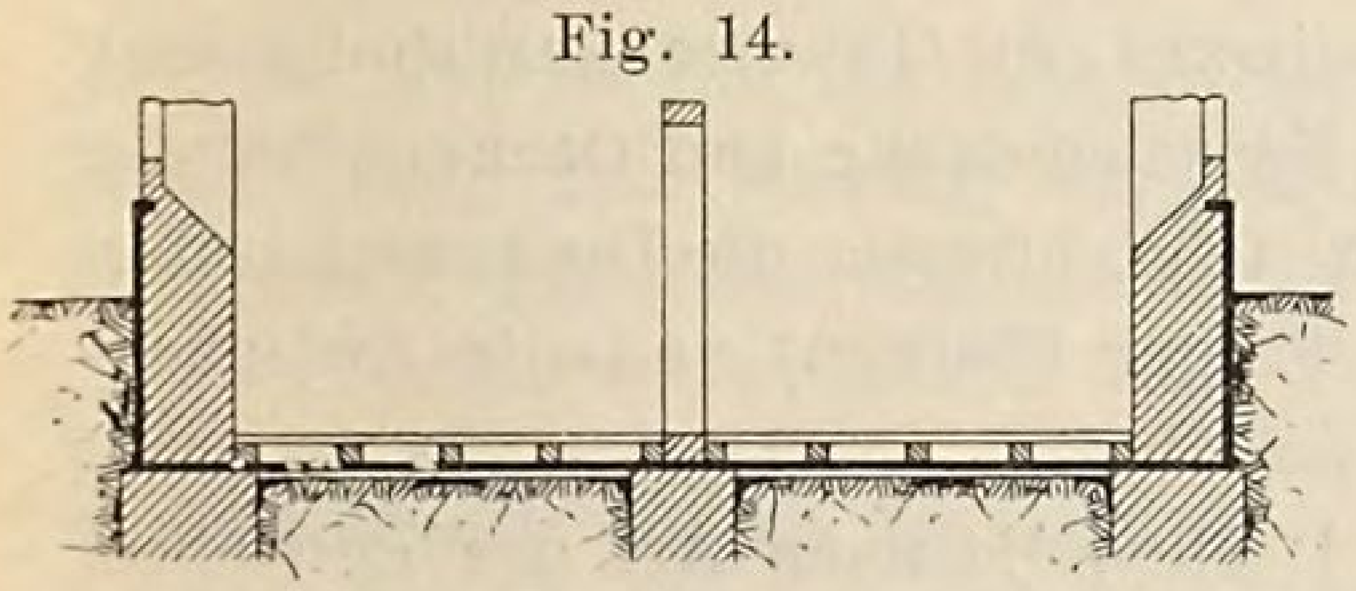
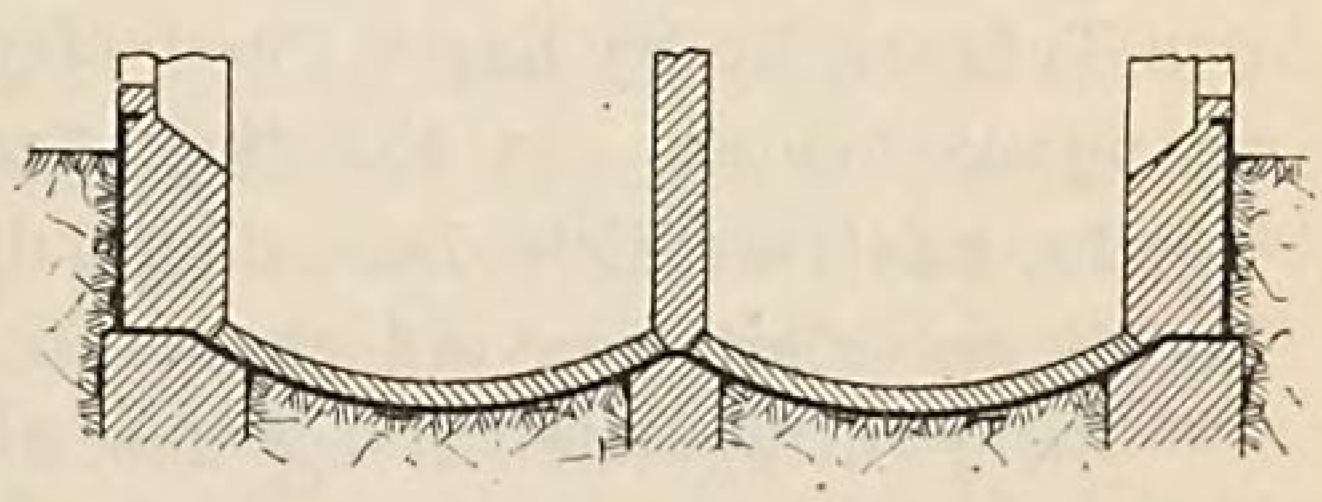


Fig 15.



Isolierung von Fussböden.

Fundamentgemäuer und unter den Kellerfussböden in der ganzen Ausdehnung der Umfassungsmauern zu empfehlen.

Ist aufsteigendes Grundwasser zu fürchten, so müssen die Erdausfüllungen unter den Räumen über der Isolierschicht mit verkehrten Gewölben oder auch mit verkehrt gewölbtem Pflaster (Fig. 15) abgeschlossen werden.

In Fig. 16 ist eine von der Firma Hoppe & Roehming in Halle a. S. angegebene Kellerdichtung gegen Grundwasser dargestellt. Die Abhaltung des Grundwassers wird durch kesselförmige Einschaltung einer undurchlässigen Wandung aus den seitens der Firma angefertigten Isoliersteinen erzielt. Letztere werden in Isolierasphalt verlegt oder mit einem starken Verputz von Isolierasphalt versehen. Der hydrostatische Auftrieb wird durch den verkehrten Erdbogen wirkungslos gemacht. Dem Wasserdruck kann auch durch einen verkehrten Monierboden, oder auch, je nach verfügbarer Raumhöhe, durch belastende Aufschüttungsmaterialien oberhalb einer horizontal eingelegten

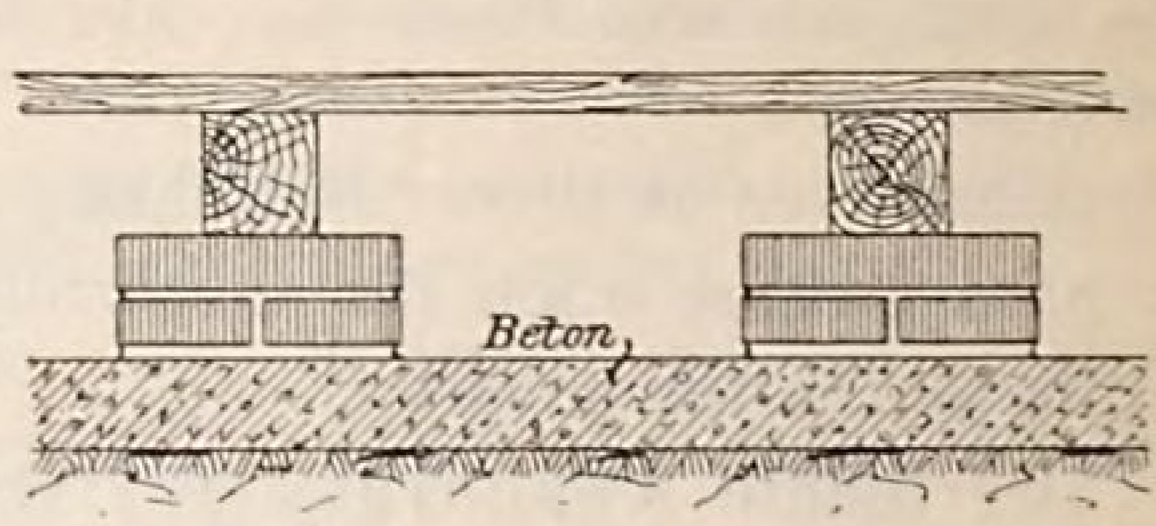
Isoliersohle begegnet werden. Gegen das Brechen oder Setzen der Erdbögen nach dem Zurückgehen eines hohen Wasserdruckes dienen kleine Scheitelfundamente.

Sowohl für Kellerräume als für nicht unterkellerte Erdgeschosse hat es sich ferner als eine gute Konstruktion erwiesen, unter dem Fussboden eine Betonschicht mit Ab-

Fig. 16.



Fig. 17.



Isolierung von Fussböden.

gleichung durch einen Zementestrich herzustellen. In Fig. 17 ist diese Art der Isolierung und die Anordnung des Fussbodens dargestellt. Die Lagerhölzer liegen auf kleinen gemauerten Pfeilern. Der entstehende Hohlraum wird mit dem warmen Zuge einer Ofenfeuerung und mittels kleiner, durch Roste bedeckter Öffnungen mit der Aussenluft verbunden. Sollen die Lager ohne Pfeiler unmittelbar auf dem Beton liegen, so isoliert man sie durch einen untergelegten Streifen Dachpappe. Eine ähnliche Abdichtung von Kellerfussböden ist auch in Fig. 5 (S. 194) zur Darstellung gebracht. Die Mauern müssen bei dieser Anordnungsweise besonders isoliert werden, und zwar geschieht solches durch Asphaltplatten, Gussasphalt, Walzblei, mehrfache Lagen von Dachpappe oder dergleichen.

Bei den Decken zwischen den einzelnen Geschossen sind ausser den Trägern in der Regel Fussboden, Zwischendecke und Deckenschalung zu unterscheiden. In Fabrikgebäuden fehlt oftmals die Deckenschalung, welche hauptsächlich dazu dient, die Träger (Balken) und die Zwischendecke unterhalb zu verdecken.

In Fabrikgebäuden erfüllen die Decken, je nach Art des Betriebes, verschiedenartige Zwecke. Als solche sind zu nennen: Undurchlässigkeit für Wasser, Dünste oder Dämpfe; Dämpfung des Schalls; Erhaltung der Wärme in den Räumen; Feuersicherheit, insbesondere Verhinderung des Übertritts von Rauch und Feuer u. a. m.

Bei denjenigen mehrgeschossigen Fabrikgebäuden, die keinen maschinellen Betrieb haben und bei denen die Decken nicht anders beansprucht werden als in Wohnhäusern, kann die Konstruktion derselben der der Wohnhäuser gleich sein. Über die Anordnung dieser Decken bedarf es demgemäss an dieser Stelle keiner Angaben. Es sei nur erwähnt, dass als Füllmaterial für die Zwischendecken meistens Lehm, reiner Quarzsand oder Betonschüttung angewendet werden. Es ist auch mancherlei anderes Füllmaterial, teils weil es gerade zur Hand war, teils aus gesundheitlichen Rücksichten mit mehr oder weniger Vorteil

zu Deckenfüllungen verwendet worden. Bei der Verwendung ist jedoch stets die Reinheit desselben zu prüfen.

Bauschutt und andere mit organischen Stoffen verunreinigte Materialien, welche häufig als Füllmittel gebraucht werden, sind durchaus ungeeignet und in hygienischer Beziehung höchst bedenklich, weil dadurch Ungeziefer, fäulnisfähige oder in Fäulnis befindliche Stoffe oder Krankheitskeime eingeschleppt werden. Schlackenwolle hat den Nachteil, dass die ungemein feinen kleinen Glasteilchen mehr oder weniger leicht durch Schalung und Fussboden dringen und als Staub für die Atmungsorgane schädlich werden können. Wenn die Schlackenwolle überdies Schwefel enthält, so kann bei Zutritt von Feuchtigkeit Anlass zu übelriechenden Gasbildungen gegeben werden.

Asche und Moostorf sind ebenfalls empfohlen und verwendet worden; beide können aber Fäulnis erregend wirken und sind als Füllmittel verwerflich. Moostorf kann, wie nachgewiesen, zur Verbreitung des Hausschwamms selbst in dem Falle dienen, wo eine Tränkung mit Kalkmilch stattgefunden hat.

Für mehrgeschossige Fabrikgebäude, in welchen maschineller Betrieb vorhanden ist oder in welchen an die Decken ganz besondere Anforderungen in Bezug auf Undurchlässigkeit zu stellen sind, können Decken mit losen Füllmaterialien nach Art der Decken der Wohnhäuser nicht verwendet werden. Die Konstruktionsteile dieser Decken müssen besonders widerstandsfähig sein, die Füllmaterialien müssen demgemäss in der Regel durch feste Konstruktionsteile ersetzt werden. Von festen Deckenfüllmitteln sind zu nennen: Gipsdielen, Korksteine, [1]. Spreudielen (bestehend aus Spreu u. dergl. mit Gips als Bindemittel) u. a. m.

Von den in neuerer Zeit in Aufnahme gekommenen Deckenanordnungen, welche für die hier in Betracht kommenden gewerblichen Anlagen nach den jeweilig zu stellenden Anforderungen empfehlenswert erscheinen, sollen im Nachstehenden einige näher besprochen werden.

Betondecken zwischen Eisenträgern werden vielfach für Fabrikgebäude verwendet. Feuersicherheit, Undurchlässigkeit, rasche Herstellbarkeit und infolgedessen Billigkeit sind die durchschlagenden Gründe für die häufige Anwendung dieser Decken. Betondecken haben ferner den Vorzug, dass sie geringere Stärken als andere Deckenkonstruktionen erfordern; an dem Höhenmaass mehrgeschossiger Gebäude wird dementsprechend eine Ersparnis gemacht, wodurch sich die Kosten der Umfassungs-

Fig. 18.

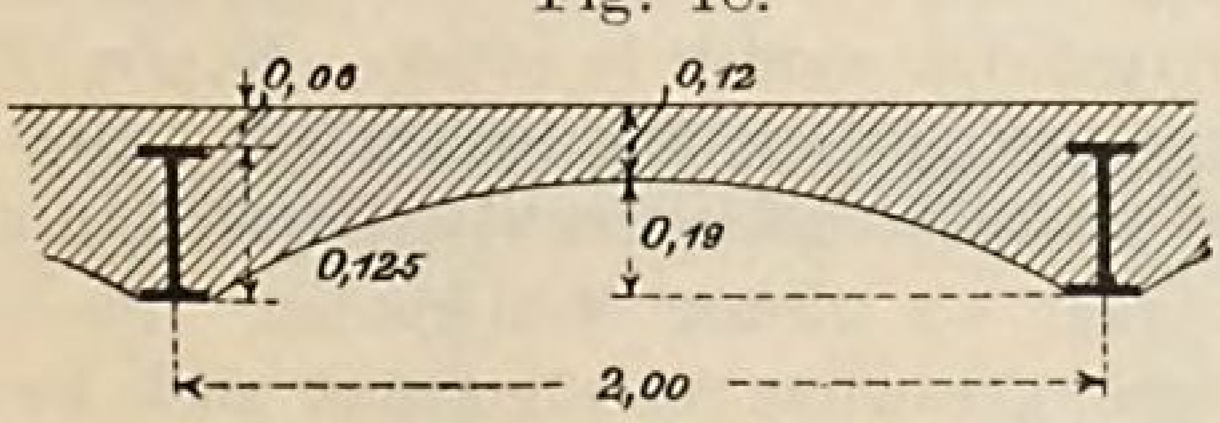
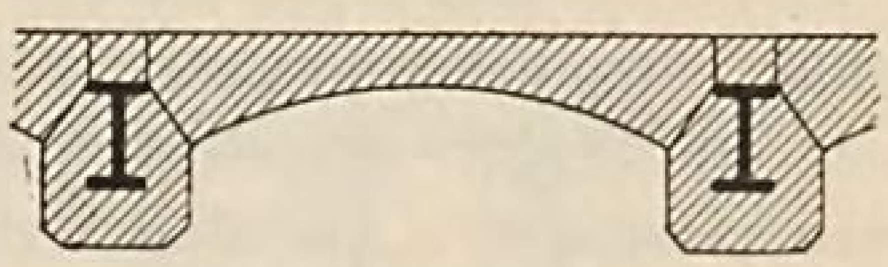


Fig. 19.



Betondecken zwischen Eisenträgern.

und Scheidewände verringern. In Fig. 18 ist als Beispiel eine Betondecke dargestellt, welche im Schlacht- und Viehhof zu Chemnitz ausgeführt ist.

[1]) Lieferanten für Korksteine: Grünzweig & Hartmann in Ludwigshafen a. Rh.

Die Feuersicherheit derartiger Decken kann erst als vollkommen bezeichnet werden, wenn die unteren Flanschen der eisernen Träger durch völlige Einhüllung in Beton gegen die Einwirkung von Flammen gesichert sind (Fig. 19).[1]) Wenn nämlich unter einer massiven Decke mit freiliegenden Eisenträgern eine Feuersbrunst entsteht, so kann die Eigenschaft des Eisens, sich in der Hitze auszudehnen, insofern eine zerstörende Wirkung ausüben, als die sich unter der Einwirkung der Hitze ausdehnenden Träger die Wände nach aussen drängen und zum Einsturz bringen. Die totale Zerstörung des alten Lagerhauses in Berlin am 2. Oktober 1887 liefert hierfür ein Beispiel, das in Fachkreisen besondere Aufmerksamkeit erregt hat. Die Decken des Gebäudes bestanden aus Ziegelsteinkappen zwischen Walzeisenträgern, welche auf gusseisernen Säulen ruhten und einen Asphaltestrich trugen. Die Umfassungswände und ein paar innere Scheidewände waren massiv, das Dach hatte Holzzementdeckung. An dem ganzen Bau kam kaum etwas vor, was im landläufigen Sinne des Wortes als verbrennlich gelten konnte. Bei der durch die Baupolizei veranlassten Untersuchung der Ursachen der Zerstörung fand man dieselben zum Teil darin, dass grosse Flächen der eisernen Unterzüge der unmittelbaren Einwirkung der Stichflamme ausgesetzt gewesen und dass die gemauerten — 2,5 m weit gespannten — Kappen sehr grosse Seitenschübe auf die Umfassungsmauern und auf die Eisenträger ausgeübt hatten. Die Baupolizei ordnete demzufolge für den Wiederaufbau u. a. an, dass alle Eisenteile verkleidet (eingehüllt) liegen sollten.

Hartgipsdielen werden in mancherlei verschiedenen Anordnungen zur Konstruktion der Decken verwendet. In Fig. 20 ist eine Deckenkonstruktion veranschaulicht, bei welcher sowohl die Schalung als auch die Zwischendecke aus Hartgipsdielen gebildet wird. Im übrigen besteht das Gebälk aus Holz. Zur Herstellung der Zwischendecke werden 4 bis 8 cm starke Hartgipsdielen in Stücke, die der Weite der Balkenfache entsprechen, zersägt, auf längs den Balken angenagelte Latten gelegt und die Fugen mit Gipsmörtel verstrichen. Wird auf grosse Schalldichtigkeit Wert gelegt, so werden die Balken noch mit Isolierfilz abgedeckt. Als Schalung werden $2^1/_2$ bis 5 cm starke Hartgipsdielen mittels geschmiedeter und verzinkter Nägel quer über die Balken genagelt und die Stösse gewechselt. Die Fugen werden mit Gipsmörtel verstrichen.

Die Vorzüge dieser Deckenkonstruktion bestehen darin, dass die Ausführung rasch vor sich geht und zu jeder Jahreszeit zu bewirken ist. Ferner ist die Decke feuersicher und sind Unreinlichkeiten, Ungeziefer und gesundheitsschädliche Ausdünstungen ausgeschlossen. Die Decken sind ausserdem sofort trocken, und die Balken werden durch die Konstruktionsteile nur wenig belastet.

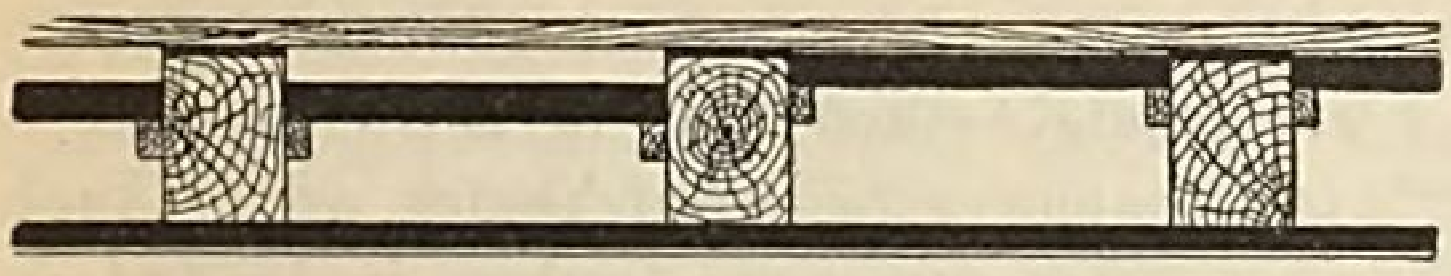
Eine andere Deckenkonstruktion, bei welcher ebenfalls Hartgipsdielen, und zwar unter Benutzung von eisernen Trägern, angewendet sind, ist durch Fig. 21 veranschaulicht. Die 7 cm oder 8 cm starken Hartgipsdielen werden in Stücke, die der Trägerentfernung entsprechen, zersägt und eingeschnitten, mit der rauhen Seite nach unten zwischen die Träger eingelegt und mit hochkant gestellten Hartgipsdielstücken in denselben verspannt. Auf den Trägern ruht ein ebener Monierboden. Die bei der vorstehend beschriebenen Konstruktionsweise genannten Vorzüge sind auch hier vorhanden, ausserdem kommt hinzu, dass die Konstruktionshöhe eine geringe ist und dass durch den Monierboden eine erhöhte Feuerfestigkeit und Undurchlässigkeit geboten wird.

Die in Fig. 20 und Fig. 21 dargestellten Decken sind der von der Aktiengesell-

[1]) Ausführlicheres über Betondecken in der Schrift: Der Portlandzement und seine Anwendungen im Bauwesen. Berlin 1892.

schaft für Monierbauten vorm. G. A. Wayss & Co. herausgegebenen Schrift „Die Hartgipsdielen und ihre Verwendung als vorzügliches Bau- und Isoliermaterial, Berlin 1890“ entnommen. In derselben sind verschiedene Arten derartiger Decken beschrieben.

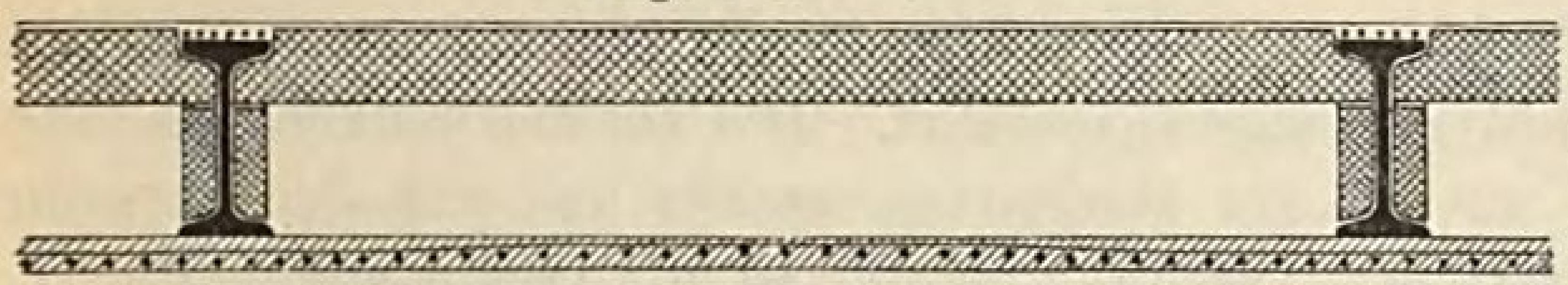
Fig. 20.



Hartgipsdielen-Zwischenboden.

Hartgipsdielen-Decken.

Fig. 21.



Monierboden.

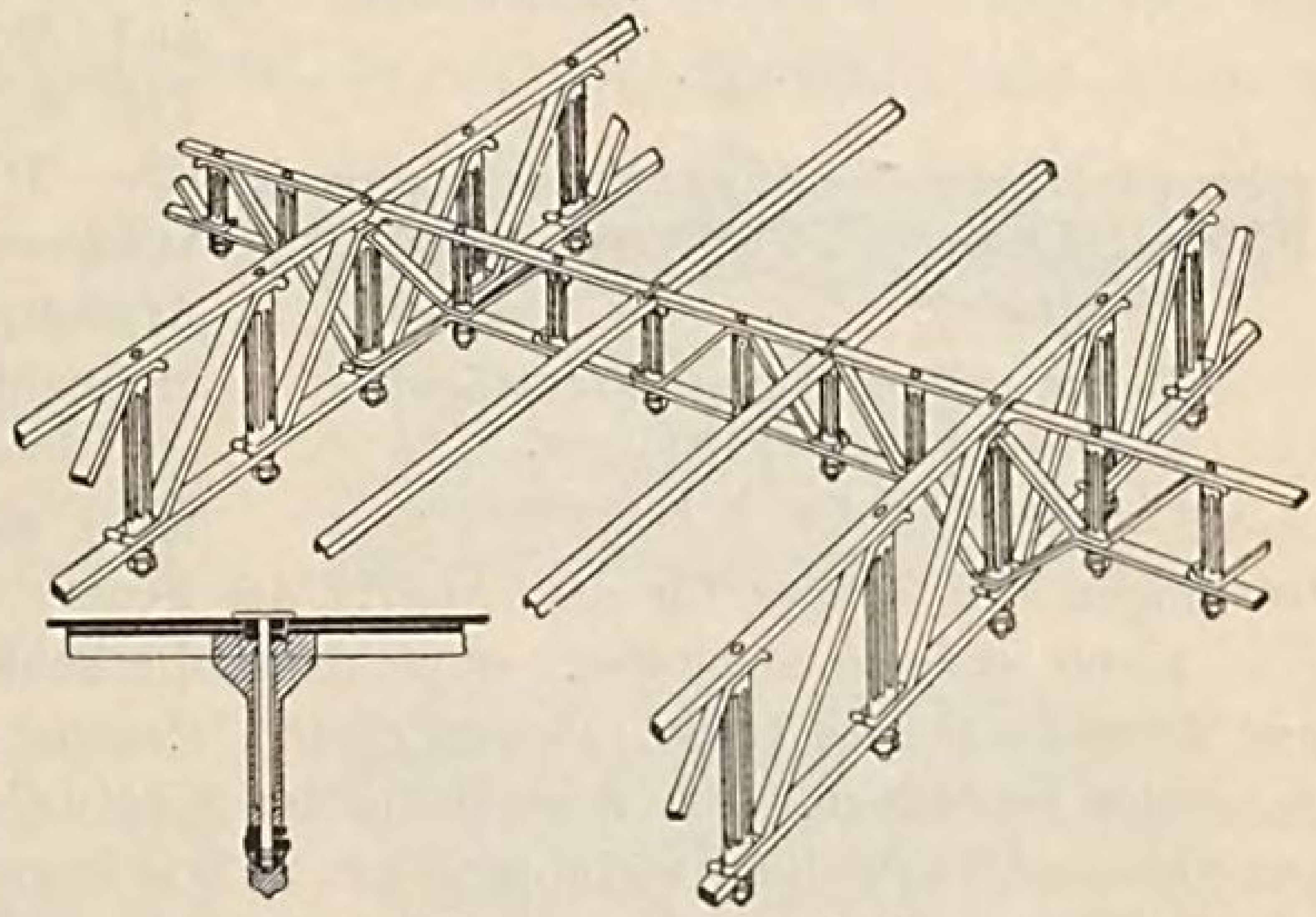
Hartgipsdielen-Verspannung.

Hartgipsdielen mit Verputz.

Hartgipsdielen-Decken.

Eine ganz in Eisen gehaltene Deckenkonstruktion ist die vom Eisenwerk Joly in Wittenberg unter der Bezeichnung „Joly's patentirte Decke“ empfohlene und ausgeführte Anordnung. Fig. 22 zeigt die Konstruktion (ohne Belag), bei welcher einfache Träger zur Anwendung gelangen. Letztere bestehen aus zwei schmiedeeisernen Gurtungen, die vermittels schmiedeeiserner oder gusseiserner Tüllen aus einander gehalten und durch geschmiedete Bolzen mit einander verbunden werden. Von Tülle zu Tülle laufen Diagonalen, welche, zwischen Gurtungen und Tüllen einsetzend, ebenfalls von den Bolzen durchzogen werden. Die Tüllen erhalten kleine angegossene Konsolen, auf welche sich U-Eisen legen, die den Deckenbelag tragen. Letzterer besteht aus glatten, gewellten oder gebuckelten Blechplatten, welche das Deckenfüllmaterial (Sand, Kies u. s. w.) aufnehmen. In das Füllmaterial wird der aus Holzdielung, Steinpflaster u. s. w. bestehende Fussboden gelegt (Fig. 23 und Fig. 24).

Fig. 22.



Joly's patentierte Decke.

Fig. 23.

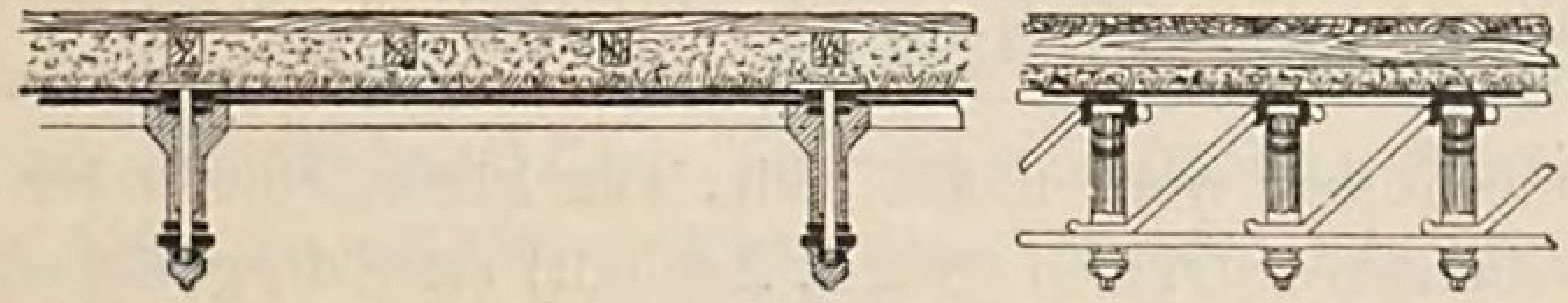
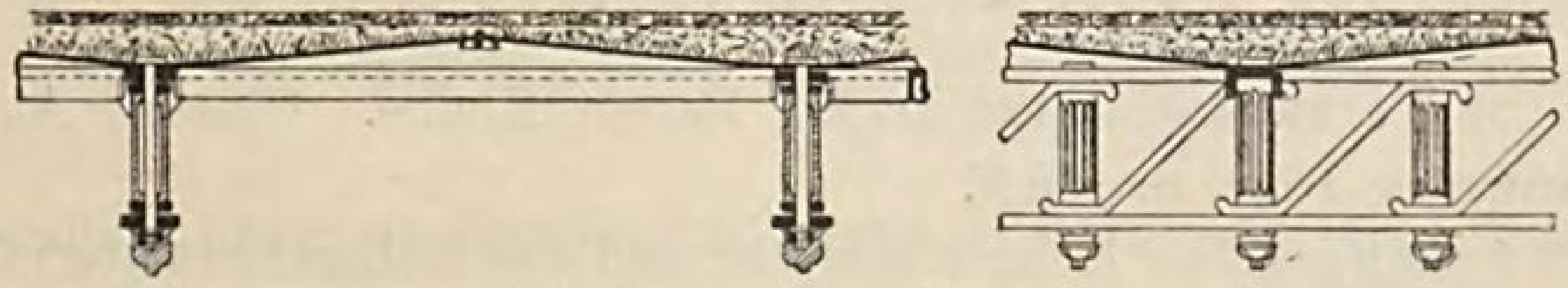


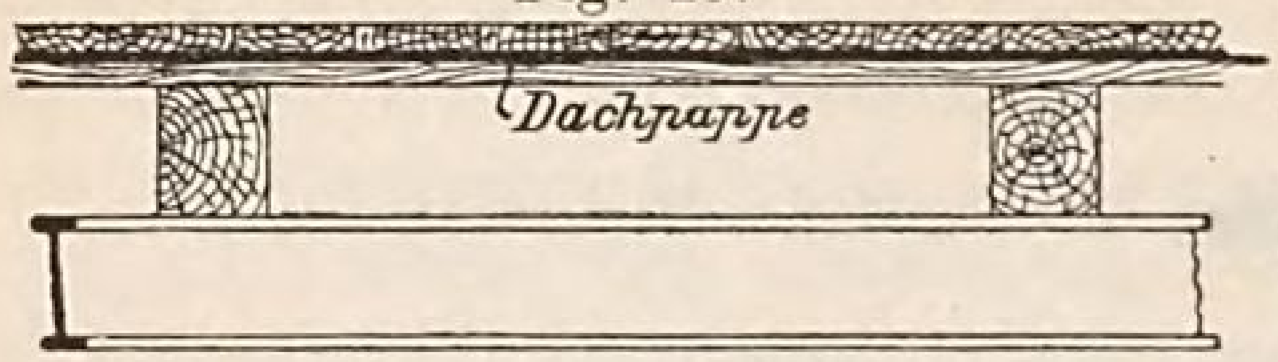
Fig. 24.



Joly's patentierte Decke.

Wenn es darauf ankommt, gewöhnliche Decken aus Holzgebälk mit Dielenbelag verhältnismässig feuerfest und undurchlässig zu machen, so bietet sich dazu ein ziemlich einfaches Mittel, indem man den Dielenbelag aus zwei Lagen herstellt und zwischen dieselben Dachpappe bringt (Fig. 25). Dachpappe ist ein dichter, feuerbeständiger Stoff, der in der mitgeteilten Anordnung einen Durchbruch von Rauch und Feuer aus einem Geschoss in das andere verhältnismässig lange verhindert.

Fig. 25.

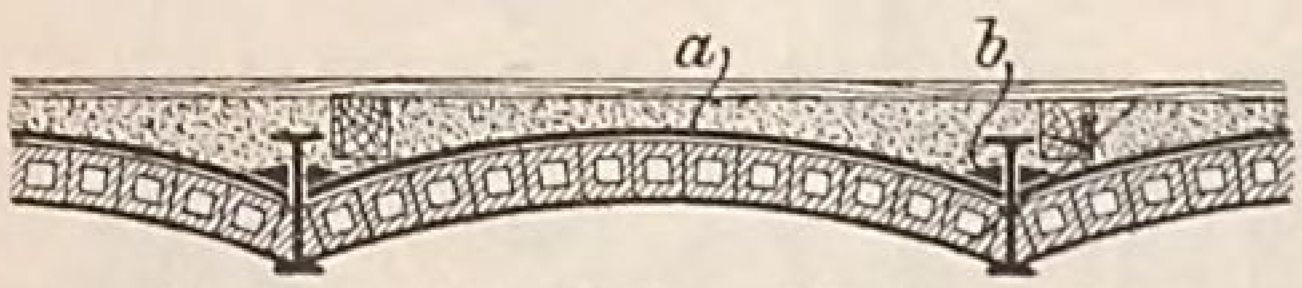


Decke mit doppeltem Dielenbelag und Dachpappen-Einlage.

In dem in Fig. 2 bis Fig. 4 (Seite 167 u. 168) dargestellten Fabrikgebäude sind die Decken in der hier beschriebenen Anordnung ausgeführt. Die auf den Balken ruhende Lage des Dielenbelags besteht aus 2,5 cm starken genuteten und auf der unteren Seite behobelten schwedischen Brettern. Auf diese Bretter ist die Dachpappe gebracht, und darüber ist als eigentlicher Fussboden eine Lage von 3 cm starken besten Harzdielen mit Nutstiften gelegt. Mit den in der hier beschriebenen Weise hergestellten Decken sind in dem älteren Teil der genannten Fabrik bei Schadenfeuern gute Erfahrungen gemacht.

Decken, welche in erster Linie zwischen den Geschossen einen luft- und wasserdichten Abschluss gewähren, sind unter den vorgenannten die Betondecken und die Decken mit Monierboden. In Fig. 26 ist zur Darstellung gebracht, wie eine Decke mit zwischen Eisenträgern gespannten Kappen durch Asphaltplatten für Gase und Flüssigkeiten undurchlässig zu machen ist. In Bezug auf Feuersicherheit sind solche Decken nicht ganz einwandsfrei, da die unteren Gurtungen der Träger für den Angriff des Feuers freiliegen.

Fig. 26.



Decke mit zwischen Eisenträgern gespannten Kappen.
a. Asphaltplatte. b. Asphaltmasse.

Unter anderen neuerdings empfohlenen Deckenkonstruktionen sind noch die feuer- und schwammsichere Decke, Patent Kleine,[1] sowie die Isolierbimsdecke von Heinrich Schneider zu nennen. Das wesentliche der Kleine'schen Decke ist die Herstellung einer ebenen tragfähigen Steinplatte mit in dem Zementmörtel der Fugen eingebetteten, hochkantig gestellten, von Auflager zu Auflager reichenden Eisen, unter Verwendung gewöhnlicher Bausteine rechteckigen Querschnitts.

Die Schneider'sche patentierte Deckenkonstruktion[2]) besteht im wesentlichen darin, dass zwischen den in etwa 1 m Abstand verlegten eisernen I-Trägern aus Bimsbeton ($^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ Zementzusatz ohne Sand) eine hohle ebene Decke gebildet wird, die durch Querstege ein System kastenförmiger Hohlräume bildet. Letztere werden mit losen Bimsstücken ausgefüllt.

Die Fussböden werden aus Holz, aus künstlichen oder natürlichen Steinen, aus dichten Estrichen (Beton, Asphalt) oder dergleichen hergestellt.

Die hölzernen Fussböden sind sehr beliebt und werden sehr oft

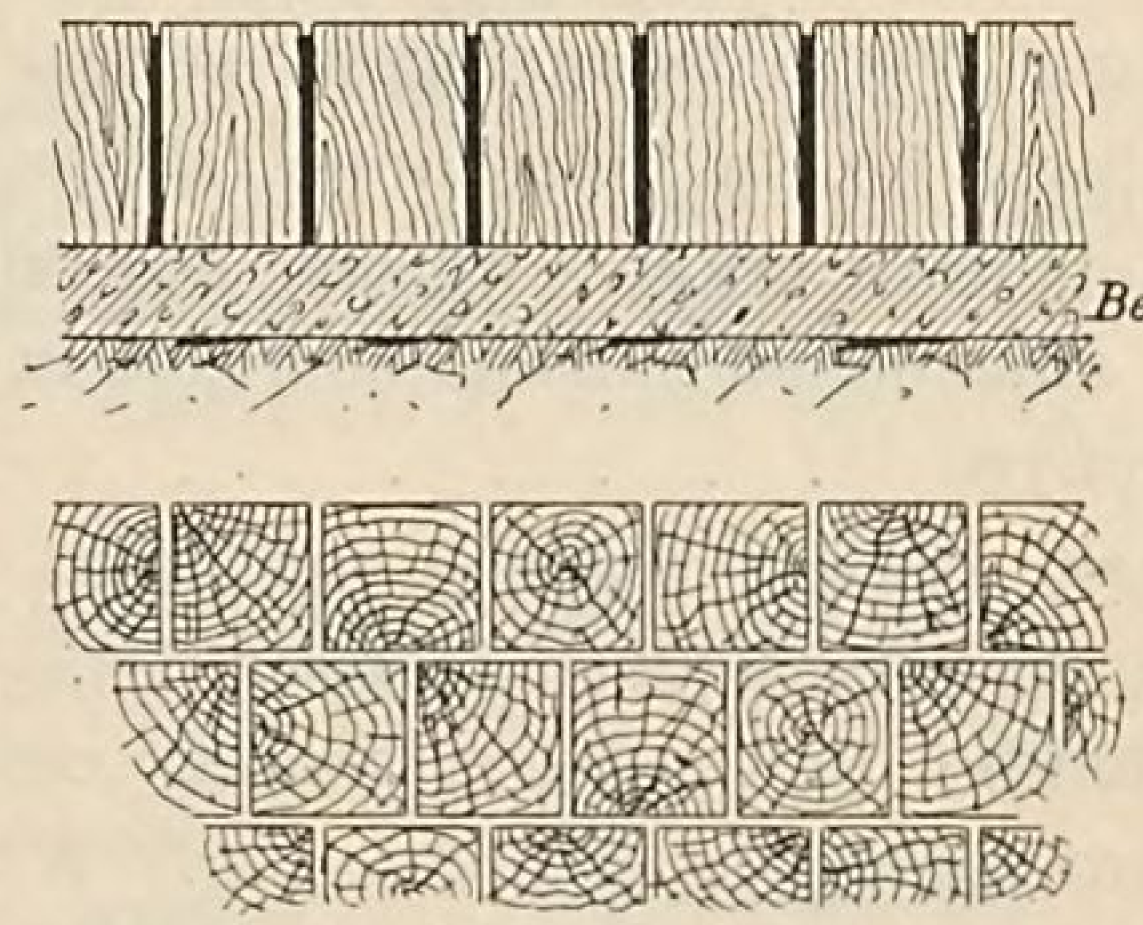
[1]) Feuer- und schwammsichere Decke, Patent Kleine. Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1893, S. 165 ff.

[2]) Walter Lange, Die Isolierbimsdecke und das Isolierbimsmaterial von Heinrich Schneider zu Neuwied a. Rh. Gesundheits-Ingenieur 1893, S. 746 ff.

zur Ausführung gebracht. Holz ist indessen als Fussbodenbelag nur für solche Räume geeignet, in denen keine erheblichen Mengen von Flüssigkeiten auf den Fussboden gelangen. Für gewerbliche Anlagen kommt in erster Linie das Kiefernholz in Betracht; dasselbe eignet sich gut als Fussbodenbelag, da es fest und dicht ist und von Flüssigkeiten, die damit in Berührung kommen (zwecks Reinigung u. s. w.), verhältnismässig wenig aufnimmt. Die in Norddeutschland ihrer Billigkeit wegen vielfach zur Verwendung gelangenden schwedischen Dielen — aus Fichtenholz bestehend — sind als Fussbodenbelag weniger gut, da sie verhältnismässig weich sind und Flüssigkeiten aufsaugen, demnach Anlass zu Fäulnis und dergleichen geben.

Oftmals ist ein Dielenfussboden für eine Werkstätte ungeeignet, weil derselbe durch den Transport schwerer Arbeitsstücke übermässig in Anspruch genommen wird. Man braucht deshalb aber nicht auf einen hölzernen Fussboden zu verzichten, sondern kann denselben — so weit es sich um den Fussboden des Erdgeschosses handelt — zweckmässig als sogenanntes „Holzpflaster“ zur Ausführung bringen. Die auf das Hirnholz gestellten Klötze werden 8 bis 12 cm hoch gewählt und können viereckig oder sechseckig sein. Die Klötze bedürfen, wenn sie unter dem Einfluss von Nässe und mechanischer Abnutzung nicht rasch zu Grunde gehen sollen, der Imprägnierung. Sie werden auf einer Betonschicht, am besten mit weiter Fuge versetzt, welche mit Asphalt, Pech oder Teer vergossen wird (Fig. 27). Derartige Fussböden sind unter anderen für Maschinenfabriken, Kesselschmieden, Wagenbauanstalten u. dergl. vorzüglich geeignet.

Fig. 27.



Holzpflaster.

Fussböden aus Steinmaterial sind in manchen gewerblichen Anlagen unentbehrlich, namentlich dann, wenn bei dem Fabrikationsprozess erheblichere Mengen von Flüssigkeiten auf dieselben gelangen. Häufig werden solche Fussböden aus einer einfachen Betonschicht mit Abgleichung durch Zementestrich hergestellt. Werden Formsteine (Klinker, Fliesen u. dergl.) als Fussbodenbelag gewählt, so müssen dieselben, um Undurchlässigkeit zu erzielen, auf einer Betonschüttung oder in Asphalt verlegt werden.

Steinmaterial hat die Eigenschaft, die Wärme gut zu leiten; als Fussbodenbelag hat ein derartiges Material daher den Nachteil, dass es

kältet, ausserdem ist ein derartiger Belag für den Verkehr nicht so zweckmässig wie ein Holzfussboden, weil die Unfallgefahr wächst, indem Steinfussböden leichter Veranlassung zum Ausgleiten geben als hölzerne Fussböden. Öl und Fette setzen sich auf der Oberfläche des Steinfussbodens in Form schlüpfriger Stellen ab; bei hölzernen Fussböden tritt dies in geringerem Maasse ein, weil flüssige Teile bis zu einem gewissen Grade aufgesaugt werden. Glatte Fliesen und ähnliche Belagmaterialien sind jedenfalls an solchen Stellen durchaus nicht empfehlenswert, wo auf den Fussboden Fett oder Öl gelangen kann. Ein dem Verfasser bekannt gewordener Versuch, welcher zu dem Zweck angestellt wurde, um zu prüfen, ob sich glatte Fliesen oder ein Zementestrich gegen Schmieröle und dergl. günstiger verhalten, ergab, dass der Zementestrich dem Fliesenbelag vorzuziehen sei.

Bei der Wahl des Fussbodenbelags ist die Abnutzbarkeit desselben von besonderer Wichtigkeit, indem weiche Materialien leichter abschleissen als harte und demzufolge auch mehr Staub verursachen. Die Königliche Prüfungsstation für Baumaterialien in Charlottenburg-Berlin stellt die Abnutzbarkeit von Fussbodenbelägen durch vergleichende Versuche fest, und zwar werden Versuchswürfel unter Belastung der Einwirkung einer Schleifscheibe ausgesetzt. Nach einer Zusammenstellung, welche auf Grund einiger Versuchsergebnisse seitens der Deutschen Xylolithfabrik Otto Sening & Co. in Potschappel aufgestellt und vom Verfasser nach neueren Ergebnissen ergänzt worden ist, reihen sich die verschiedenen Materialien mit zunehmender Abnutzbarkeit in nachfolgender Ordnung:

Porphyre	6,7	ccm Materialverlust
Basalt aus der Gegend von Bonn	7,1	„ „
Granit (verschiedener Herkunft)	7,3	„ „
Xylolith	7,7	„ „
Grauwacken	9,7	„ „
1 Teil Portlandzement und 1 Teil Sand	15,3	„ „
1 „ „ „ „ 2 Teile „	17,1	„ „
Dunkelgelbe Klinker (Bitterfeld)	21,5	„ „
Schwarzbraune Klinkerpflasterungsplatten (Wesel)	21,8	„ „
Thonschiefer	24,4	„ „
Oberbayerischer weisser Marmor	24,4	„ „
Braune Klinker (Bitterfeld)	25,7	„ „
Gewöhnliche Klinkerplatten	29,4	„ „
1 Teil Portlandzement und 3 Teile Sand	32,4	„ „
Roter Sandstein	33,8	„ „
Portlandzement, rein, 28 Tage alt, in feuchter Luft erhärtet	42,3	„ „

Hannoverscher Kalkstein	48,6 ccm	Materialverlust
1 Teil Portlandzement und 4 Teile Sand . .	53,1 „	„
Hellgelber schlesischer Sandstein	72,7 „	„

Xylolith empfiehlt sich zur Anwendung für Fussböden überall dort, wo die Beanspruchung derselben eine sehr grosse ist. Es verbindet mit den Vorzügen des Holzes diejenigen harter Steinarten, ohne die Nachteile beider zu besitzen. Es ist, wie auch die vorstehende Zusammenstellung erkennen lässt, einer geringen Abnutzung unterworfen; selbst die Kanten widerstehen infolge des faserigen Zusammenhanges der Abnutzung besser als harte Gesteinsarten. Das Material ist vollkommen dicht, es bietet demnach unbedingte Sicherheit gegen Schwammbildung und Fäule. Bei seinem vorwiegenden Gehalt an Holzteilen, denen durch die Verbindung nichts von ihrer Eigenschaft als schlechten Wärmeleitern genommen wird, fühlt sich Xylolith ebenso warm an wie Holz. Ein Xylolithfussboden kältet demnach nicht wie ein Steinfussboden. Zur Herstellung von Xylolithfussböden werden 15 mm starke und stärkere Platten in der Weise verwendet, dass man dieselben auf Beton oder Ziegelpflaster in Firniskitt, Asphalt oder Mörtel verlegt. In Kitt, Asphalt oder Mörtel verlegte Xylolithfussböden wirken beim Begehen in hohem Grade schalldämpfend.

Die Verwendung von Xylolithfussböden ist daher für alle solche Räume zweckmässig, welche sowohl durch ihre Lage als durch die Benutzung andauernder Feuchtigkeit oder direkter Nässeeinwirkung ausgesetzt sind, bei welchen also ein Holzfussboden leicht in Fäulnis übergehen oder ein Steinbelag zu glatt oder zu kalt sein würde. Wenn gewöhnliche Dielenfussböden auf feuersicheren Decken durch Xylolithfussböden ersetzt werden, so wird die Feuersicherheit der Decken eine vollkommene werden, da, wie früher angeführt, Xylolith als feuerbeständiges Material zu erachten ist.

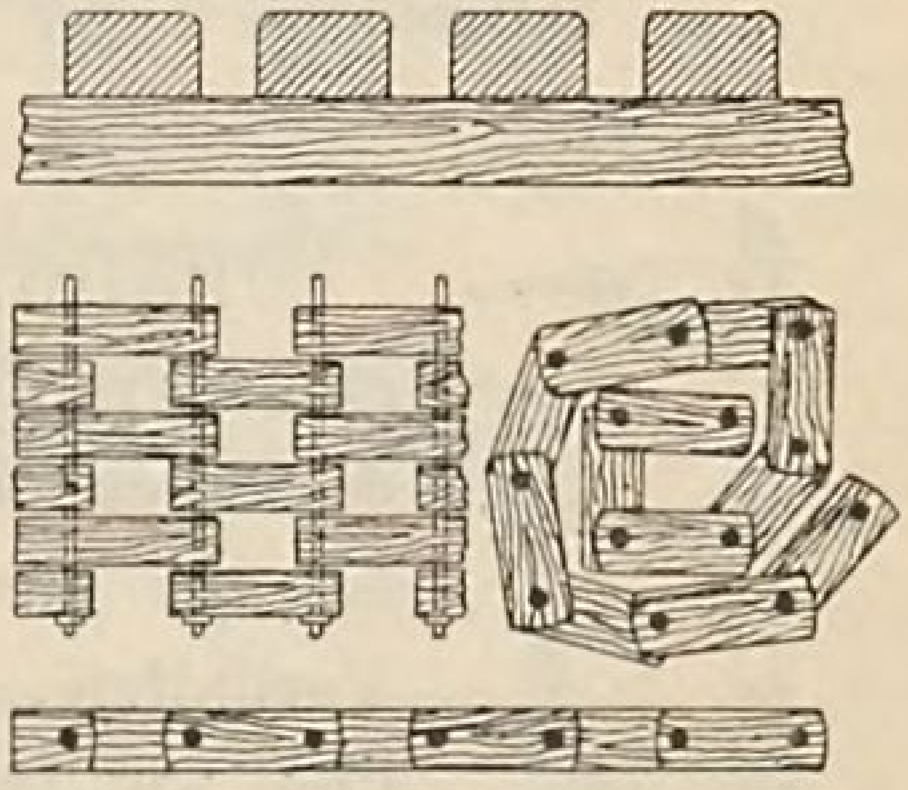
In denjenigen Räumen, in welchen die Fussböden dauernd mit Flüssigkeiten in der Weise bedeckt sind, dass die Füsse der Arbeiter dem Einfluss der Nässe oder ätzenden Einwirkungen entzogen werden müssen, sind die Fussböden mit einem Lattenrost oder Gräting zu belegen.

Lattenroste sind mit Rücksicht auf die Reinhaltung beweglich anzuordnen, und zwar in der Weise, dass der ganze Rost in einzelne Stücke zerlegt wird. Die einzelnen Stücke des Lattenrostes werden am einfachsten dadurch gebildet, dass Dachlatten, welche an drei Seiten behobelt und etwas abgefast sind, auf geeigneten Lagerhölzern befestigt werden (Fig. 28).

Eine andere Rostkonstruktion, welche für das Aufnehmen noch geeigneter erscheint, stellt Fig. 29 (Deutsches Reichspatent No. 20125) dar. Der Rost wird aus kurzen Lattenabschnitten gebildet, welche auf durchgehende eiserne Stangen geschoben sind.

Kreuzweise gelegte, zu einem dichten Netzwerk vereinigte Latten bilden einen Rost, der namentlich auf den Passagierdampfern und Kriegsschiffen verwendet wird und unter dem Namen „Gräting“ bekannt ist.

Fig. 28 und 29.



Rostkonstruktionen.

Lattenroste finden Verwendung und sind empfehlenswert in Eiskellern, Badestuben, Wäschereien, Bierbrauereien, chemischen Fabriken u. a. m.

c. Bedachung.

Das Dach hat, wie für Wohnstätten überhaupt, auch für gewerbliche Anlagen gewisse Anforderungen in konstruktiver, gesundheitlicher und in Hinsicht auf Feuersicherheit zu erfüllen. Je nach der Neigung unterscheidet man flache und steile Dächer, und je nach der Form Dächer mit geraden, gebrochenen, gebogenen u. s. w. Dachflächen; andererseits bezeichnet man die Dächer ihrer Form nach als Satteldächer, Pultdächer, Säge- oder Sheddächer, Zeltdächer, Turmdächer oder Kuppeldächer.

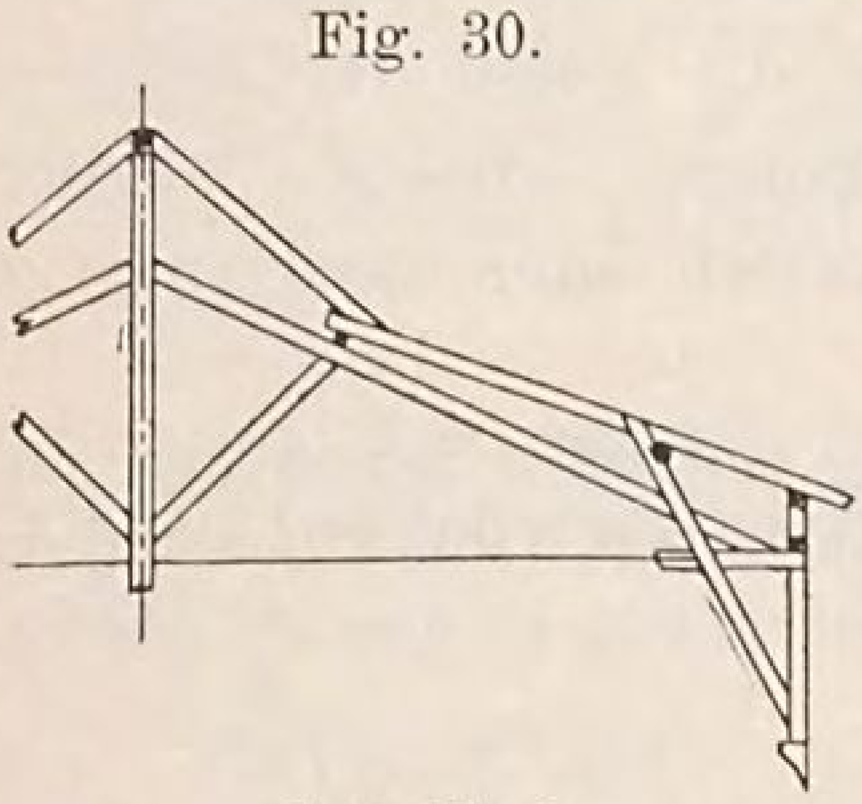
Die Bedachung eines Gebäudes gliedert sich im allgemeinen in drei Theile:

1. Dachstuhl (Binder, Gespärre),
2. Schalung oder Lattung und
3. Dachbedeckung.

Das Material der tragenden Konstruktionsteile der Dächer ist Holz oder Eisen, oder auch Eisen mit Holz.

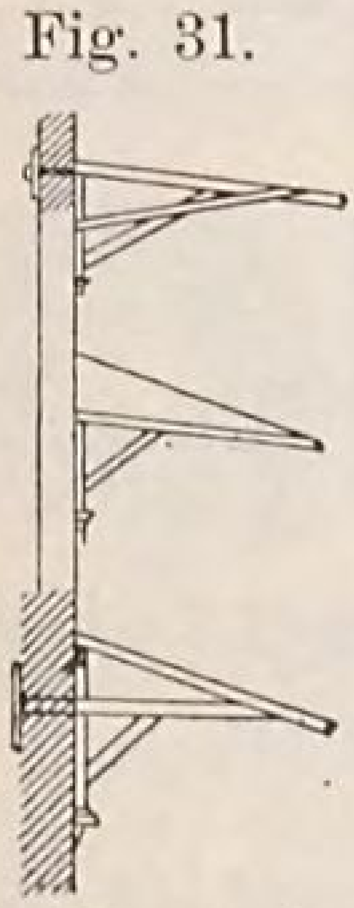
Was die Form des Daches anlangt, so kommt für gewerbliche Anlagen in erster Linie das gewöhnliche Satteldach für die verschiedenartigsten Zwecke noch stets in Anwendung. Werden grössere Fabrikräume durch Satteldächer überdeckt, so dass das Seitenlicht für die Beleuchtung der überdachten Räume nicht mehr ausreicht, so werden auf dem First Laternen angebracht, wie es Fig. 30 für eine Holzdachkonstruktion angiebt. In der Regel genügt es, die Laterne in der in der Figur angegebenen Weise steiler zu stellen als die übrigen Dachflächen. Für grössere Dächer wird eine besondere Dachkonstruktion der Laterne nötig werden, einesteils um genügende Lichtflächen zu erzielen, anderenteils weil die Glasdeckung eine steilere Neigung erfordert als die übrigen Deckmaterialien.

Fig. 30.



Satteldach.

Fig. 31.



Freitragende Pultdächer.

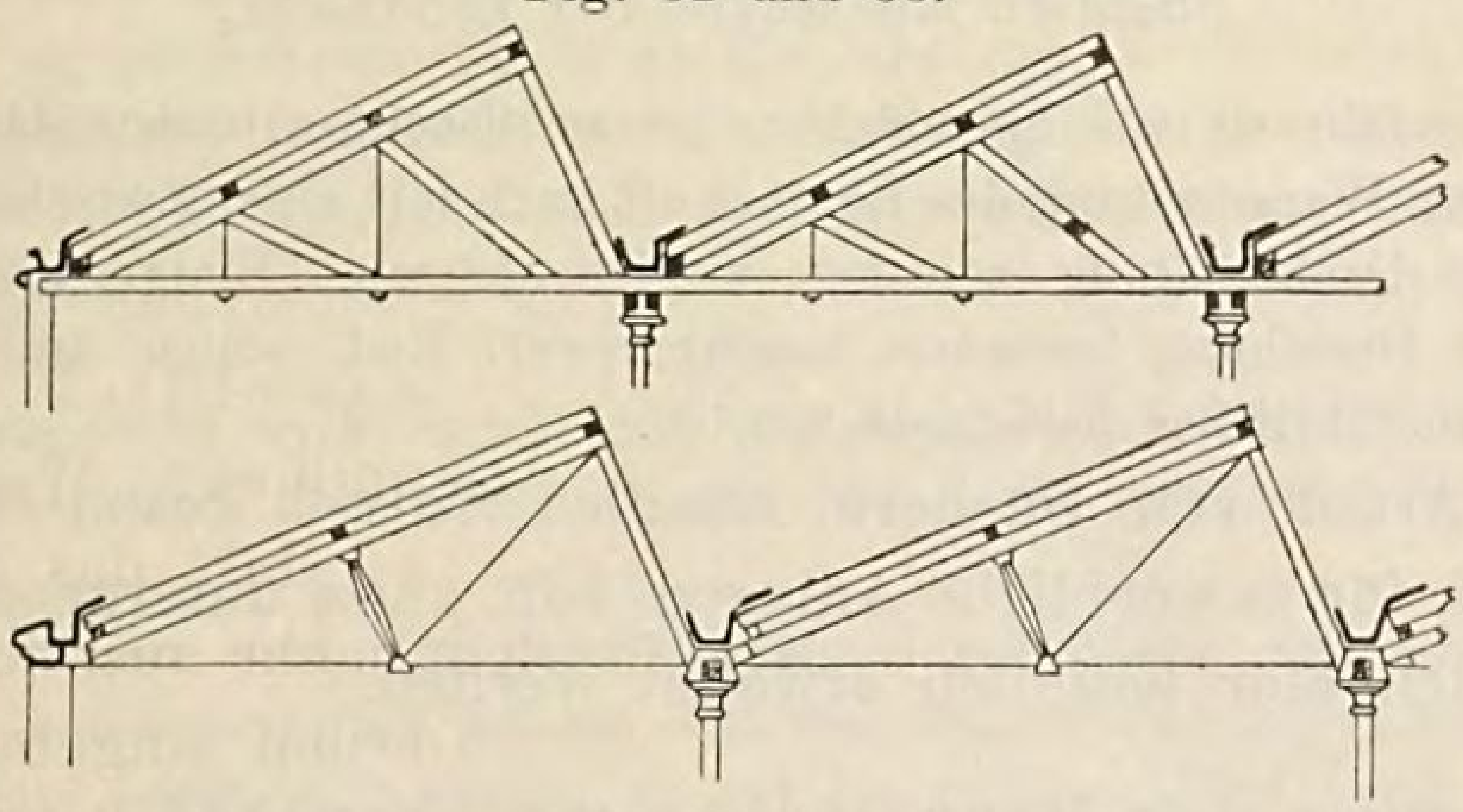
Pultdächer sind solche, die nur an einer Seite eine Traufe besitzen. Für gewerbliche Anlagen haben dieselben keine besondere Bedeutung. Erwähnenswert ist nur das freitragende Pultdach (Fig. 31), welches für Vorhallen, Durchgänge, Ladebühnen u. s. w. angewendet und im Interesse des Schutzes der Arbeiter gegen Witterungseinflüsse häufig empfehlenswert ist.

Zur Schaffung eines möglichst gleichmässigen Lichtes für grössere Arbeitsräume hat sich eine besondere Art von

Dächern herausgebildet, welche man Säge- oder Shed- auch Parallel-dächer nennt. Dieselben sind in mancher Beziehung den Satteldächern mit Laterne vorzuziehen. Da sie insbesondere nur den notwendigsten Raum umschliessen, so sind sie jedenfalls am billigsten, wie sie andererseits die beste Beleuchtung der Räume gewährleisten. Die Einfallflächen des Lichtes müssen, um zerstreutes Licht zu erhalten, möglichst nach Norden, mindestens aber nach Nordwesten oder Nordosten gekehrt werden.

Fig. 32 und 33 zeigen zwei gebräuchliche Arten des Sheddaches. Im Längenverbande werden die Säulen in Abständen von 5 bis 6 m gestellt. Bei den Abmessungen sind die durch die Transmissionen hervorgerufenen Beanspruchungen ganz besonders zu berücksichtigen. Sind die Dächer zu lang, um das Regenwasser nach den Enden hin sicher abzuführen, so leitet man dasselbe in die mit Leitungsanschluss zu versehenden eisernen Säulen oder führt es in Blechrohren ab.

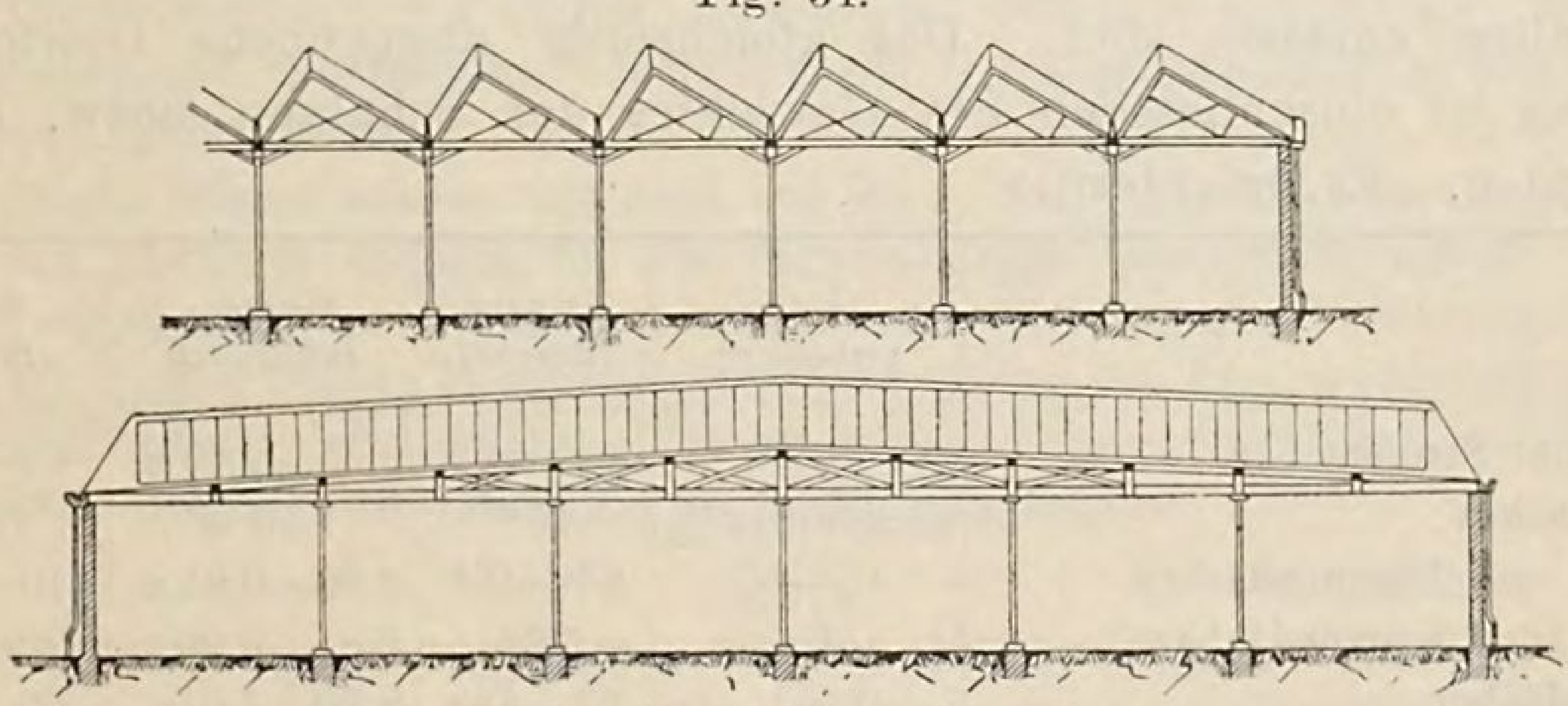
Fig. 32 und 33.



Sheddächer.

Um die Übelstände einer horizontalen Anlage der Dachrinnen, sowie die infolgedessen notwendige, unangenehme und kostspielige Unterfahrung des Fussbodens mit unterirdischen Wasserabzügen zu vermeiden, erhöht man das ganze Dach in der Mitte sattelförmig, wie Fig. 34 ersichtlich macht, oder man erhöht dasselbe in Form eines

Fig. 34.



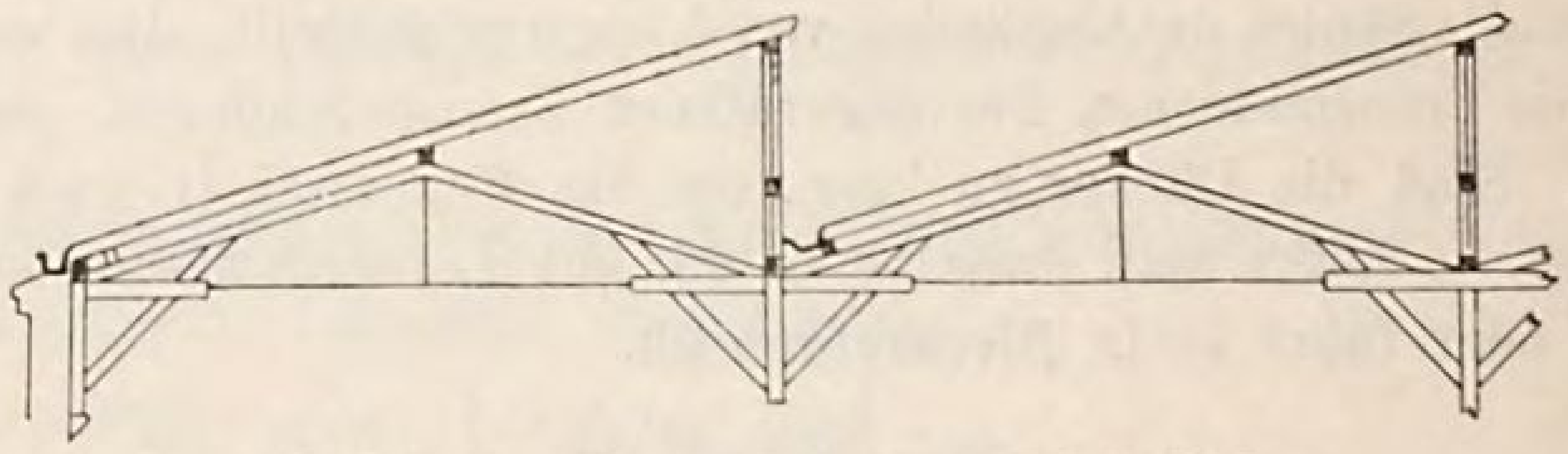
Sheddach mit geneigten Dachrinnen.

Pultdaches an einer Seite. Hierdurch erhalten die Rinnen Gefälle und wird die Abführung des Wassers in einfacher Weise über die Umfassungsmauern hinaus bewirkt. Bei dieser Anordnung werden zufällige Verstopfungen weniger nachteiligen Einfluss haben und

wird der Fussboden des überdachten Raumes wärmer und trockener gehalten. Wegen der Reinigung der Glasflächen und Beseitigung von Schnee ist es stets notwendig, die Rinnen begehbar und von hinreichender Breite zu machen. Betragen die Spannweiten der Sheddächer mehr als 9 m, so werden die Dachstühle nur in Eisen konstruiert.

Fig. 35 zeigt ein Sheddach mit senkrechten Lichtflächen. Diese Anordnung ist mitunter dadurch begründet, dass nicht die ganze Fläche für Fenster ausgenutzt zu werden braucht und man den unteren Teil oder einige Felder in ganzer Höhe mit Fachwerk zu schliessen wünscht.

Fig. 35.



Sheddach mit senkrechter Lichtfläche.

Bei der Ausführung von Sheddächern ist zu beachten, dass dieselben unterseitig verschalt und zur Warmhaltung des Raumes oft auch mit einer Zwischendecke zwischen der zweiseitigen Dachschalung versehen werden müssen. Einige Konstruktionsarten, welche in dieser Beziehung besonders beachtenswert sind, sollen am Ende dieses Abschnittes noch ausführlicher behandelt werden.

Andere Arten von Dächern, nämlich Zelt-, Turm- und Kuppeldächer, sind für gewerbliche Anlagen von ganz untergeordneter Bedeutung und sollen hier lediglich erwähnt werden.

Die Neigung der Dachflächen wird gewöhnlich unter Zugrundelegung der Form eines Satteldachs nach dem Verhältnis der Höhe zu der Grundlinie ausgedrückt. Ausser durch ästhetische Rücksichten ist die Dachneigung durch die Art des Deckmaterials bedingt. Die nachfolgende, der „Baukunde des Architekten“ entnommene Tabelle giebt einen Anhalt für die Dachneigungen, welche bei verschiedenen Deckmaterialien zulässig sind. Das gleichzeitig angegebene Gewicht der Deckung ist einschliesslich des Gewichtes der Schalung bezw. Lattung verstanden. Es erfordern:

	Höhenverhältnis	Neigung (Rösche)	Sparrenentfernung	Gewicht für 1 qm
Rohr- und Strohdächer	$1/2$—$2/3$	45—53°	2,25—2,40 m	60—70 kg
Spliessdächer	nicht unter $1/2$	45°	1,10 m	100 kg
Doppel- und Pfannendächer . .	$1/3$—$1/2$	33—45°	0,90—0,95 m	110—115 kg
Ritter- oder Kronendächer . . .	$1/3$	33°	0,85—0,90 m	120—130 kg
Schieferdächer	$1/4$—$1/3$	27—33°	0,90—1,0 m	60—70 kg
Pappdächer	$1/8$—$1/6$	14—18°	0,90—1,0 m	30—32 kg
Zink- und Kupferdächer	$1/20$—$1/10$	5—11°	0,90—1,0 m	35—40 kg
Asphaltdächer	nicht über $1/10$	11°	0,80—0,90 m	32 kg
Holzzementdächer	$1/25$—$1/20$	4—5°	0,70—0,80 m	200 kg

Erfahrungsmässig halten sich flachere Dächer besser und ermöglichen eine leichtere Unterhaltung als steile. Überdies bedingen steile Dächer eine grosse Unfallgefahr für diejenigen, welche bei Reparaturen oder dergl. die Dachflächen begehen müssen. Schon aus diesem Grunde ist es dringend erwünscht, bei gewerblichen Anlagen, deren Dächer in der Regel einer stärkeren Beschädigung und Abnutzung unterliegen als diejenigen der gewöhnlichen Wohnhäuser, die Neigung der Dachflächen so klein wie möglich zu wählen. Es empfiehlt sich daher in erster Linie die Wahl eines Papp-, Metall- oder Holzzementdaches.

Die Ursachen der besseren Haltbarkeit flacher Dächer sind folgende:

a) Die Arbeiter bewegen sich auf flachen Dächern leichter, sicherer und nicht so mühevoll wie auf steilen und können daher ihre Arbeit sorgsamer ausführen als auf den steilen Dachflächen.

b) Die Deckmaterialien (namentlich Dachpappe) schmiegen sich bei flachen Dächern schon durch die eigene Schwere besser an die Schalung an als bei steilen Dächern.

c) Das Begehen der flachen Dächer schadet weniger als das der steilen, weil man im ersteren Falle mit der ganzen Fläche des Fusses auftritt, im anderen Falle dagegen mit dem Fuss scharf nach einer Seite einsetzt, so dass die Deckungsmaterialien scharf angegriffen werden.

d) Das Sonnenlicht wirkt zersetzend auf manche Dachüberzüge ein; weniger geneigte Dachflächen sind aber dem Sonnenlichte unter spitzerem Winkel ausgesetzt als steile.

e) Flache Dächer sind der Beschädigung durch Sturm viel weniger ausgesetzt als steile. Die Deckmaterialien werden auf der dem Sturm zugekehrten Fläche fest gegen die Schalung gedrückt, während sie auf der anderen Seite durch die entstehende Luftverdünnung von der Schalung abgehoben und unter Umständen losgerissen werden. Die Luftverdünnung ist bei steilen Dächern grösser als bei flachen, demgemäss erleiden erstere grössere Beschädigungen.

Im übrigen lässt sich über die Vorzüge der flachen Dächer noch folgendes ausführen:

a) Die Dachflächen sind an Grösse um so geringer, je flacher die Dächer sind.

b) Die Holzverbände der steilen und schweren Dächer müssen stärker, ihre Dachwände, Giebel und Schornsteine höher und die Geschosswände stärker sein als die flacher und leichter Dächer.

c) Flache Dächer können mit Sand und Kies, Gartenerde oder Rasen überdeckt werden und gewähren dadurch für die Dachdeckungen, namentlich für die asphaltartigen Verbindungen der Deckung, einen höheren Schutz gegen Witterungseinflüsse.

d) Die flachen Dächer gewähren bei Feuersbrünsten den Löschmannschaften grosse Bewegungsfähigkeit, und von ihrer Höhe herab sind die brennenden angrenzenden oder nachbarlichen Gebäude für Löscharbeiten leichter zugänglich.

Als Deckungsmaterialien werden Holz, Ziegel, Schiefer, imprägnierte Leinwand, Papier, Pappe, Filz, Asphalt, Zement, Kupfer, Eisen, Blei, Zink, Glas u. s. w. verwendet. Für gewerbliche Anlagen kommen nach Maassgabe des Vorhergesagten, d. i. namentlich für flache Dächer besonders folgende Materialien in Betracht.

1. Steinpappe, auch Dachpappe, Asphaltpappe oder Teerpappe genannt. Dieselbe besteht im allgemeinen aus einer in heissen Teerölen getränkten und mit einer Sand-, bezw. Asphaltschicht versehenen Pappe. Sie zeichnet sich aus durch Wohlfeilheit, Dauerhaftigkeit, Leichtigkeit und Bequemlichkeit in der Anbringung und Unterhaltung, sowie durch Widerstandsfähigkeit gegen die Angriffe des Feuers. Die Ursache der Feuersicherheit der Steinpappdächer ist darin zu suchen, dass die Pappbedachung bei guter Ausführung vollständig luftdicht, dass das Material ein schlechter Wärmeleiter ist und dass die Kontinuität und Luftdichtigkeit der Steinpappe auch dann noch nicht aufgehoben wird, wenn die brennbaren Bestandteile ihr in Gasform entzogen sind, d. i. wenn sie verkohlt ist. Diese Eigenschaften machen es erklärlich, dass ein Feuer, welches oben auf der Dachfläche brennt, sich durch die Steinpappe hindurch nicht der Schalung mitteilen kann, sondern auf dieselbe keine andere Wirkung äussert, als dass bei langer Dauer und grosser Intensität des Feuers die unterliegende Schalung sich nach und nach erhitzt und selbst ankohlt, ohne jedoch zu brennen. Ferner liegt es auf der Hand, dass ein Feuer, welches vom Innern des Gebäudes aus das Dach angreift, so lange ohne besondere Einwirkung auf die Steinpappe bleibt, als Dachstuhl und Gespärre noch nicht zerstört und zusammengestürzt sind. Diese Zerstörung erfolgt aber unter einer Steinpappbedeckung deshalb so langsam, weil unmittelbar unter derselben wegen mangelnden Sauerstoffs ein Brennen unmöglich ist. Ein Mangel an Sauerstoff entsteht aber deshalb, weil unter der dichten Pappdeckung bei einem im Innern des Gebäudes wütenden Feuer die Verbrennungsprodukte und Produkte der trockenen Destillation (Stickstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyde u. s. w.) stark erhitzt nach oben steigen und den Sauerstoff verdrängen. Da sich bei Ziegel- und Schieferdächern stets Öffnungen finden, durch welche die Verbrennungsgase in die Atmosphäre entweichen und der Sauerstoff von aussen in das Innere dringt, so können diese Dächer nie in dem Maasse einem von Innen wütenden Brande Widerstand leisten wie die Dächer mit luftdichten Dachbedeckungen.

Durch viele Versuche und langjährige Erfahrungen ist die Widerstandsfähigkeit der Steinpappe gegen Feuer erwiesen, und in den meisten Staaten wird amtlich [1]) anerkannt, dass die mit guter Steinpappe gedeckten Dächer den mit gebrannten Dachziegeln eingedeckten in Bezug auf die Feuersicherheit gleichzustellen sind.

[1]) Über das Fabrikat der Firma Büsscher & Hoffmann sind derartige amtliche Bekanntmachungen von den Königlichen Regierungen zu Potsdam und Stettin unter dem 14. Juni 1854, bezw. 31. Juli 1875 erlassen.

Die Eigenschaft der Dachpappe, an der Atmosphäre zu erhärten, ist Veranlassung zu dem Namen „Steinpappe“ geworden. Ein gut unterhaltenes Pappdach gewinnt von Jahr zu Jahr an Festigkeit und Dauerhaftigkeit, ohne die nötige Biegsamkeit und Nachgiebigkeit zu verlieren. Diese Eigenschaft befähigt die Dachpappe, auf Fabrikgebäuden, insbesondere auf Maschinenhäusern, Kesselhäusern, Giessereien, Hüttenwerken u. dergl. ohne alle Benachteiligung fortdauernde Erschütterungen zu erleiden.

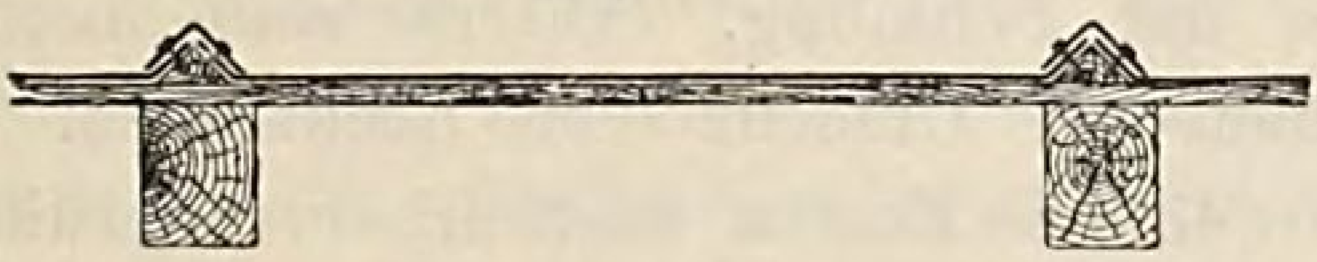
Über die Ausführung der Eindeckung mag hier kurz angeführt werden, dass man drei Eindeckungsarten unterscheidet, nämlich:

1. die Eindeckung ohne Leisten mit offener Nagelung (sog. ebenes Pappdach),
2. die Eindeckung mit verdeckter Nagelung auf dreieckigen Leisten und
3. die doppellagige Eindeckung.

Bei der Eindeckung ohne Leisten werden die Bahnen parallel zur Trauf- und Firstlinie so gelegt, dass jede die tiefer liegende um 4 cm Breite überdeckt und mit dieser festgenagelt wird, nachdem zwischen beide dick eingekochter Steinkohlenteer als Klebemittel gestrichen worden ist.

Bei der zweiten Eindeckungsart werden die Bahnen der Pappe in einer Länge vom First bis zur Traufe gelegt, und geschieht die Nagelung in der Länge der etwa 3,5 cm hohen △ Leisten (Fig. 36). Letztere werden den Breiten der Pappe entsprechend und in der Richtung der Dachneigung vom First bis zur Traufkante auf die Dach-

Fig. 36.



Nagelung der Dachpappe.

schalung genagelt. Die Ränder der Pappe werden zu beiden Seiten der Leisten aufgebogen, darüber werden Deckstreifen gelegt und mit grossköpfigen Rohrnägeln festgenagelt; sodann werden die Nagelköpfe und Fugen mit einem steifen Asphaltüberzuge versehen, und schliesslich wird das ganze Dach mit einer Mischung von Steinkohlenteer und Asphalt überzogen und möglichst gleichmässig übersandet. Statt Asphalt wird der Mischung auch Kreide oder Kalk zugesetzt.

Nach den Angaben der Firma Büsscher & Hoffmann wird den Steinpappdächern am zweckmässigsten eine Neigung von 1 : 10 bis 1 : 20 gegeben, da sie dann am dauerhaftesten sind.[1])

2. Holzzement. Die Vorzüge des Holzzementdaches bestehen hauptsächlich in der grossen Widerstandsfähigkeit gegen alle Witterungseinflüsse, seiner Ausführbarkeit auf massiver, wie auf Bretterunterlage und schliesslich in seiner Eigenschaft, die Schwankungen der Temperatur in den darunter liegenden Dachräumen erheblich herabzusetzen.

[1]) Mitteilungen über die wasserdichten Baumaterialien der Fabrik Büsscher & Hoffmann, 10. Auflage, 1893.

Die Herstellung des Daches geschieht in folgender Weise. Zunächst wird die Bretterschalung, welche gespundet und eben sein muss, mit trockenem feinem Sande etwa 2 bis 3 mm stark übersiebt, damit Unebenheiten ausgeglichen werden und um die Schalung von der nun folgenden Papierlage zu sondern. Letztere wird dadurch gebildet, dass zunächst in der Richtung der Sparren das 1 bis 1,5 m breite Rollenpapier von einer Traufkante zur anderen über den First so abgerollt wird, dass eine Rolle die andere überdeckt. Hiernach wird unmittelbar vor dem Aufbringen der zweiten Papierlage der erwärmte Holzzement mit einer weichen Bürste auf die erste Papierlage dünn und gleichmässig aufgetragen, wodurch beide Lagen fest mit einander verbunden werden. In derselben Weise werden noch zwei weitere Papierlagen aufgebracht. Über die oberste, mit einem dicken Anstrich von Holzzement versehene Papierlage wird eine 10 bis 15 mm starke Schicht feinen Sandes gesiebt und darüber eine 6 bis 10 cm dicke Kiesschicht aufgebracht, welche in ihren oberen Schichten zur Sicherung gegen Abspülen und Wegführen durch den Sturm mit Lehm oder Chausseeschlick zu vermischen ist. Die Decke aus Kies und Sand schützt die Papierlagen gegen Verletzungen und den Holzzement gegen Verflüchtigung der öligen Bestandteile, die der Dachdeckung Biegsamkeit verleihen.

Ein besonderer Vorzug des Holzzementdaches besteht in seiner Anwendbarkeit auf massiver Unterlage (Ziegelflachbogen, Betonwölbung u. dergl.). Auch auf Wellblech kann eine Holzzementbedeckung gebracht werden, nachdem die Wellentiefen durch Mörtel ausgefüllt und abgeglichen sind. Undichtigkeiten bei Holzzementdächern sind meist die Folge fehlerhafter Ausführung der Klempnerarbeiten oder zu schwacher Holzkonstruktion, insbesondere der Schalung. Öfters sind auch durchgetriebene Nägel und Schrauben die Ursache von Leckstellen. Reparaturen sind fast immer ohne erhebliche Kosten ausführbar; allerdings sind die schadhaften Stellen mitunter schwer aufzufinden.

Die Neigung der Holzzementdächer wird sehr gering gewählt, damit Sturm und Regen die beschwerende und schützende Kieslage nicht herabtreiben; dieselbe beträgt gewöhnlich zwischen 1 : 20 und 1 : 60 bei einem Satteldache. Es können indessen auch grössere Neigungen gewählt werden; für kleine Dachflächen haben sich Neigungen des Satteldaches bis 1 : 4 als zulässig erwiesen.

3. Eindeckung durch doppellagige Pappe und Kiesschüttung. Die Herstellung der doppellagigen Pappe geschieht, indem nach vorhergegangener Isolierung der Dachschalung mittels feinen Sandes die einzelnen Papprollen von der Traufe angefangen und parallel zu dieser mit Überdeckung verlegt und vor Aufbringung der zweiten Pappelage mit heisser Klebemasse bestrichen werden. Die aufeinander geklebten Pappelagen werden wie beim Holzzementdache, von dem diese Eindeckung nur unwesentliche Abweichungen zeigt, 1 cm hoch mit Sand besiebt und 6 cm hoch mit Kies beschüttet.

4. Bedachung mit wasserdichten Leinenstoffen. Von der Firma Weber-Falckenberg in Köln a. Rh. werden imprägnierte wasserdichte

Leinenstoffe für Bedachungszwecke hergestellt. Dieselben zeichnen sich neben grosser Haltbarkeit und Wetterbeständigkeit auch durch Widerstandsfähigkeit gegen Feuer aus. Bei einer Dachneigung von 1 : 15 bis 1 : 20 ist die Eindeckung mit dreieckigen Leisten (nach Art der Eindeckung mit Dachpappe) die beste.

Die Stoffbahnen werden mit der Glanzseite nach unten auf der Schalung verlegt. Die Deckstreifen werden aufgeklebt und aufgenagelt. Nach vollendeter Eindeckung erfolgt der Anstrich mit einer Masse, von welcher 1 kg auf etwa 8 bis 10 qm Fläche genügen soll; es kann übrigens auch gewöhnliche Ölfarbe zu diesem Anstrich benutzt werden. Auf Wölbungen oder Monier- und Rabitzdecken wird der Leinenstoff mit Goudron aufgeklebt. Die Eindeckung mit diesem Leinenstoff ist besonders für leichte Baracken, Zelte, Fabrikationshütten für Sprengstoffe u. dergl. geeignet. Der Stoff wird bei Baracken und Zelten ohne Schalung über die dünnen Sparren- und Wandhölzer gespannt. Zur Verhinderung des Durchhängens bei grösseren Spannweiten dienen Züge von 5 mm dickem verzinktem Draht oder ganze Drahtgeflechte, welche in das Sparrenwerk eingelassen werden.

5. Dachdeckungen in Metall. Für Metalldeckungen dienen der Hauptsache nach Bleche von Zink, Eisen, Blei und Kupfer. Zink wird in Deutschland in der Regel ohne Überzug, zuweilen aber „verbleit“ angewendet. Eisen wird mit geringen Ausnahmen „verzinkt“ oder „verbleit“, in neuerer Zeit auch emailliert, während Blei und Kupfer meistens ohne Überzug bleiben.

Die Dachdeckungen in Metall haben im allgemeinen ähnliche Vorzüge wie die vorstehend beschriebenen. Die hauptsächlichsten Vorzüge der Metalldeckungen gegenüber solchen aus Steinmaterial beruhen in der Möglichkeit, grössere Flächen ohne oder mit nur wenigen und durchaus dichten Fugen herstellen zu können, in ihrer hohen Feuersicherheit, grosser Haltbarkeit und geringer Reparaturbedürftigkeit, in der Möglichkeit, von den steilsten bis zu den flachsten Neigungen zu wechseln, in der bequemen Einfügung von Oberlichtern und in der geringen Eigenschwere.

Diesen Vorteilen stehen als Mängel verhältnismässige Kostspieligkeit und das Erfordernis einer ganz besonderen Sorgfalt bei Herstellung und Ausbesserung der Dächer gegenüber. Ausserdem ist die Verwendung der Metalldeckungen für viele Fälle erschwert durch grossen Temperaturwechsel der im Dachraume befindlichen Luft und durch die Notwendigkeit der Beseitigung von Schwitzwasser.

Da die Dachdeckungen allen Witterungseinflüssen im höchsten Maasse ausgesetzt sind, so ist vorzüglich das Verhalten der einzelnen Materialien

unter wechselnden Wärmeeinflüssen zu berücksichtigen, ferner ist die Wärmeaufspeicherungsfähigkeit der Materialien von besonderer Bedeutung. Auch muss bei den zur Ausführung kommenden Konstruktionen das gegenseitige elektrische Verhalten der Materialien Beachtung finden. Es ist also unmittelbare Berührung von Kupfer und Eisen oder Zink zu vermeiden, wie es ferner unzulässig ist, das Traufwasser von Kupferdeckungen über nacktes Eisen und Zinkmaterial zu leiten.

In Bezug auf das Verhalten gegen Säuren und säurehaltige Dämpfe ist zu beachten, dass sich als Deckmaterial Blei oder emailliertes Eisenblech eignet, wenn es sich um Ableitung von Säuren oder Niederschlägen von sauren Dämpfen jeder Art — bei Blei ist nur Essig- und Kohlensäure ausgeschlossen — handelt. Bei starker Kohlensäureentwickelung eignet sich Zink oder emailliertes Eisenblech am besten. Bei ammoniakalischen Dämpfen ist nur letzteres beständig. In Frage kommt dieses Verhalten gegen Säuren u. s. w. bei Dachdeckungen in der Nähe chemischer Fabriken, welche Säuren herstellen oder verwenden, oder in welchen sich solche in den Abzugsgasen entwickeln.

Zu Metalldächern werden sowohl flache Bleche in Tafeln (Zink, Eisen, Kupfer u. s. w.) und in Rollen (Blei), wie auch gerippte und gewellte Bleche (Zink und Eisen) verwendet. Die verbleiten Eisenbleche werden gewöhnlich nur als Planbleche verwendet. Zinkbleche werden neuerdings häufig als Rauten oder in Nachahmung von Schiefern zur Deckung fertig vorbereitet und von den Fabriken geliefert. Verzinkte Eisenbleche kommen in ähnlichen Formen vor (System Bellino).

Die Wellung der Bleche bietet den Vorteil einer erhöhten Tragfähigkeit, auch wird dadurch eine beschleunigte Wasserabführung erzielt. Die Deckungen mit Wellblech bedürfen daher nicht notwendig der Schalung, sondern sind auf blossen Pfetten oder Latten ausführbar. Man hat sogar versucht, die nach Wesenberg's Patent gebogenen überhöhten Trägerwellbleche, in Kreisform gebogen, zu Dächern ohne Stuhl zu verwenden. Die Erfahrung hat indessen gelehrt, dass zur Erzielung einer dauerhaften Konstruktion Dachstühle, wenn auch in leichtester Form, nötig sind. Wellblechbedachungen ohne isolierende Schalung oder Zwischendecke sind nur für Räume zulässig, die besonders hoch sind und in denen nur rohere Arbeiten, wie in Hüttenwerken, Schmieden u. dergl., verrichtet werden.

Blei, welches an und für sich für Dachdeckungen ein vorzügliches Material ist, ist verhältnismässig sehr kostspielig, und die Kosten werden gegenüber anderen Metallen noch dadurch beträchtlich vermehrt, dass die Bleche verhältnismässig stark gewählt werden müssen und zu den Deckungsarbeiten besonders erfahrene Bleiarbeiter erforderlich sind.

Neuerdings werden von A. Siebel in Düsseldorf Bleidachungen hergestellt, die gewisse Vorzüge besitzen, namentlich auch nicht die hohen Kosten reiner Bleibedeckungen bedingen.

Die A. Siebel'schen Patent-Blei-Dachrollen bestehen aus dünnen Bleiplatten, welche auf beiden Seiten mit einer Asphaltschicht überzogen sind. Durch die beiden Asphaltschichten wird dem metallischen Blei genügender Schutz gegen mechanische Beschädigungen gegeben, und im übrigen werden alle Vorteile erzielt, die das Blei als Deckmaterial bietet. Die Siebel'schen Bleibedachungen werden in der Art der Holzzementdächer (mit Aufschüttung von Sand und Kies) und in der Art der gewöhnlichen Dachpappdächer zur Anwendung gebracht.

Für flache Dächer ist das Blei-Holzzementdach und für steilere das Blei-Pappdach empfehlenswert; für erstere ist eine Neigung von 1 : 20 die geeignetste. Das Blei-Holzzementdach besteht, von der Schalung angefangen, aus sieben Lagen, nämlich: Sand, Asphaltschutzschicht, Blei, Asphaltschutzschicht, Holzzementüberstrich, Sand und Kies. Die beiden Asphaltschutzschichten bilden mit dem Blei zusammen die fertigen Bleidachrollen.

Ist die Neigung eines Daches so gross, dass eine Aufschüttung von Sand und Kies nicht mehr angebracht ist, so lassen sich diese Bleibedachungen als Blei-Pappdächer anwenden. Die Eindeckung erfolgt bei dieser Art der Deckung erst dann, wenn auf die Schalung eine etwa 2 bis 3 mm hohe Schicht feinen trockenen Sandes aufgesiebt ist. Die Bleidachrollen können auch nach Art der gewöhnlichen Dachpappe ohne Ineinanderschiebung der Ränder, nur mit entsprechender Überplattung und verdeckter Nagelung, oder unter Benutzung von Vierkantlatten zur Dacheindeckung verwandt werden.

6. Bemerkenswerte Dachkonstruktionen unter Verwendung von Hartgipsdielen. Die in Fig. 37 bis 41 dargestellten Sheddach-

Fig. 38. Fig. 37. Fig. 39.

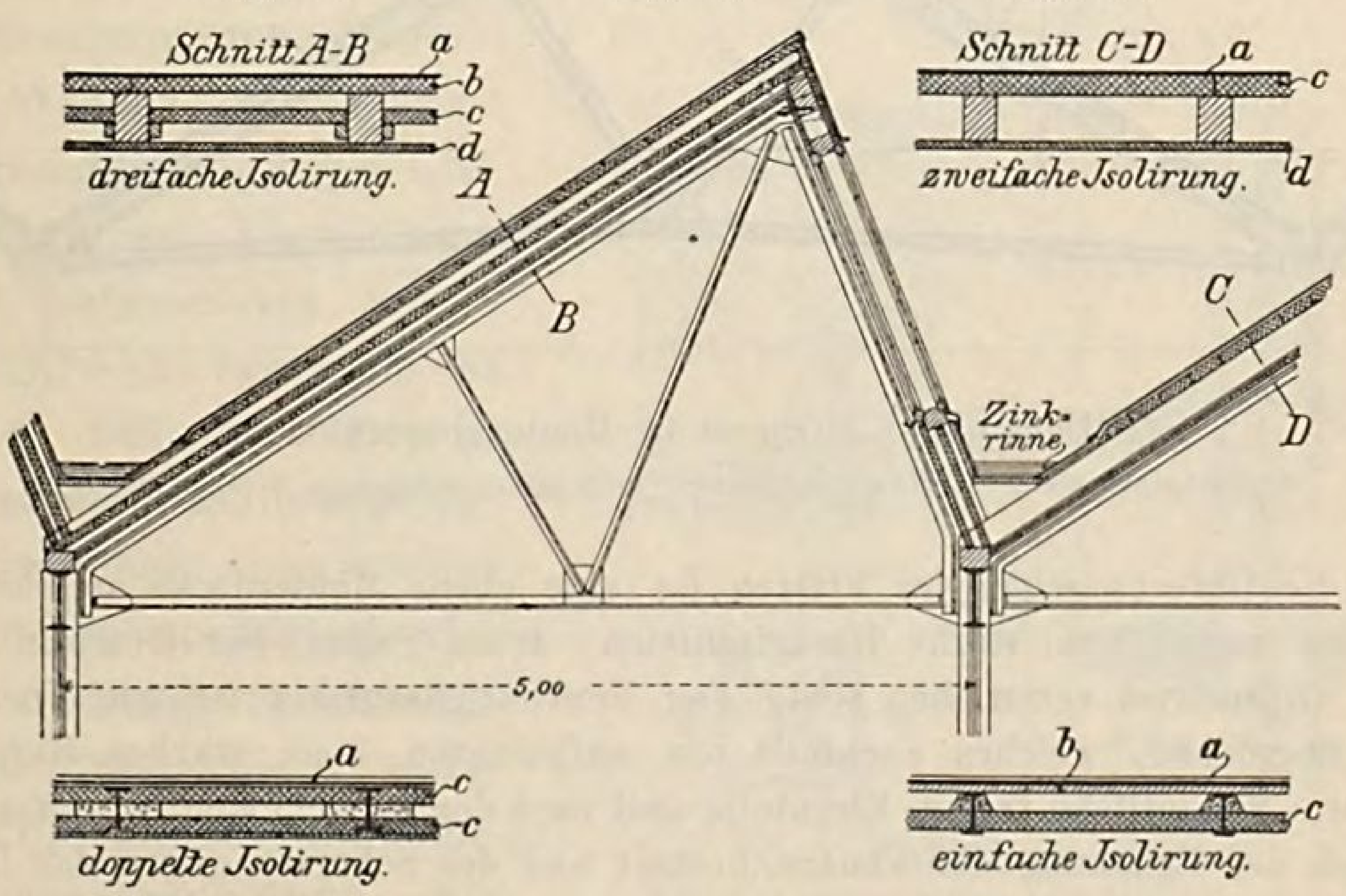


Fig. 40. Fig. 41.

Sheddachkonstruktionen der Aktiengesellschaft für Monierbauten.

a. Dachpappe. b. Holz- oder Hartgipsdielen. c. Hartgipsdielen 7 oder 5 cm stark. d. desgl. 5 cm, 3 cm oder 2,5 cm stark.

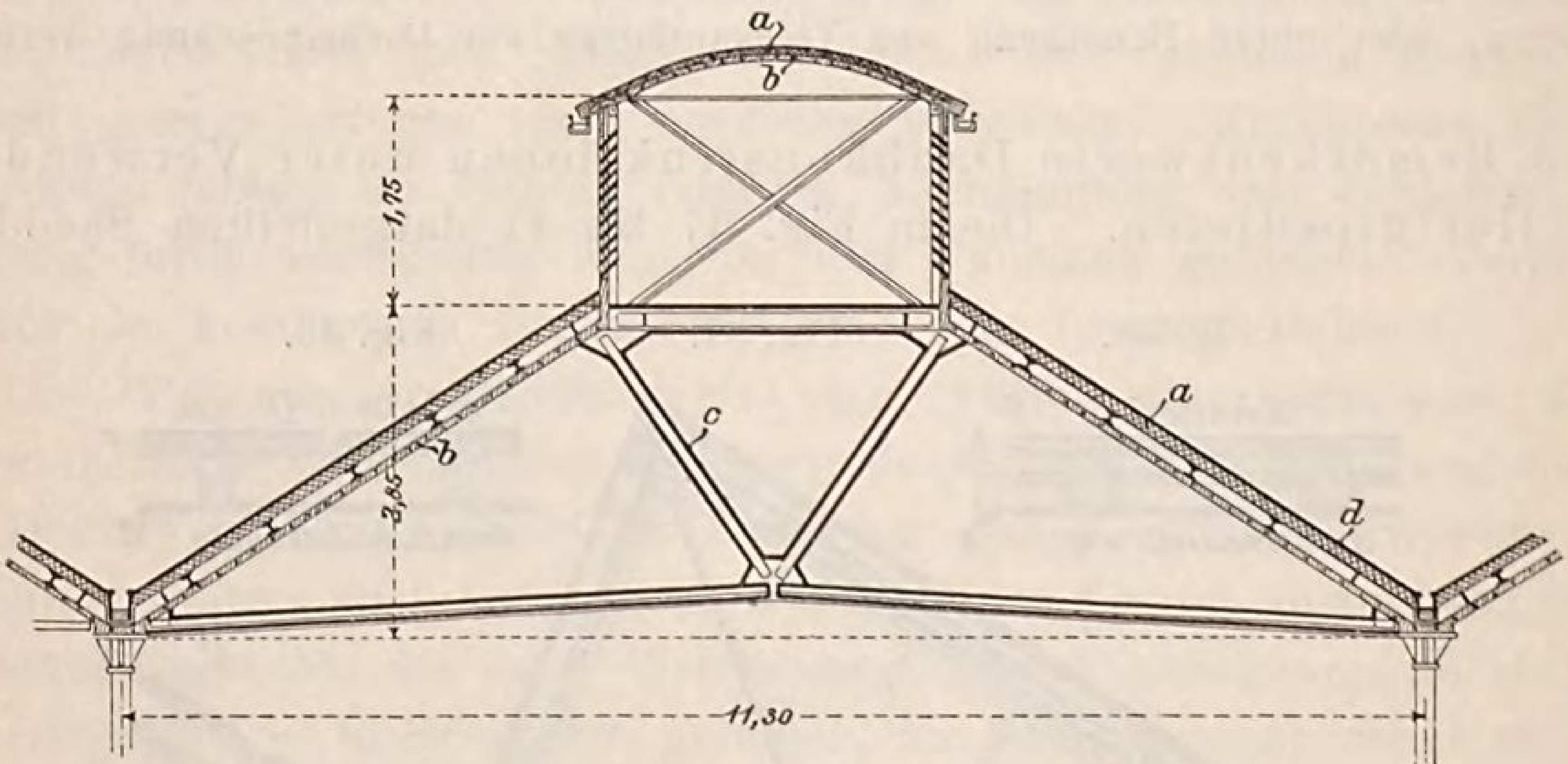
konstruktionen werden von der Firma Aktiengesellschaft für Monierbauten vorm. G. A. Wayss & Co. in Berlin zur Ausführung empfohlen. Als Vorzüge werden geltend gemacht: Billigkeit, Leichtigkeit, Feuersicherheit, schnelle und leichte Herstellbarkeit, Tropfsicherheit und ihre Vollkommenheit in Bezug auf Isolierung gegen Kälte und Hitze.

Die Anordnung AB (Fig. 38) zeigt ein dreifach isoliertes Dach, wobei die Decken an Stelle von Holzschalung, Rohrung und Putz aus 2,5 cm oder 3 cm starken Hartgipsdielen hergestellt sind, die Isolierung zwischen den Sparren besteht aus 5 cm starken Hartgipsdielen und die Dachschalung aus 5 oder 7 cm Hartgipsdielen. Auf letztere wird eine Lage Asphaltpappe genagelt und eine zweite Papplage geklebt.

Anordnung CD (Fig. 39) zeigt ein zweifach isoliertes Dach, wobei die Decke an Stelle von Schalung, Rohrung und Putz aus 2,5, 3 oder 5 cm starken Hartgipsdielen und die Dachschalung aus 7 oder 8 cm starken Hartgipsdielen hergestellt ist; letztere sind wieder mit Asphaltpappe eingedeckt. Bei eisernen Pfetten ist die Anordnung der Hartgipsdielen eine ähnliche. Fig. 40 zeigt die Anordnung einer doppelten, Fig. 41 die einer einfachen Isolierung.

In Fig. 42 ist das von der genannten Gesellschaft ausgeführte Dach einer Färberei in Monierkonstruktion mit Hartgipsdiel-Isolierung zur Darstellung gebracht.

Fig. 42.



Dach einer Färberei in Monierkonstruktion.
a. Hartgipsdielen. b. Monierschalung. c. Moniermantelung. d. Asphaltpappe.

An die Unterflanschen der Pfetten ist eine ebene Monierdecke angehängt. Auf den Pfetten ruhen 7 cm starke Hartgipsdielen, deren Fugen mit Goudron vergossen oder mit Gipsmörtel verstrichen sind. Der Ventilationsaufsatz ist mit einem Moniergewölbe überdeckt, welches ebenfalls mit aufgelegten 7 cm starken Hartgipsdielen isoliert ist. Sämmtliche freien Eisenteile sind nach dem System Monier ummantelt, was hinsichtlich der Erhöhung der Feuersicherheit und des Schutzes gegen das lästige Abtropfen des inneren Beschlagwassers, wie auch zur besseren Konservierung der Eisenteile geboten ist. Die Dacheindeckung erfolgt vermittels Dachpappe.

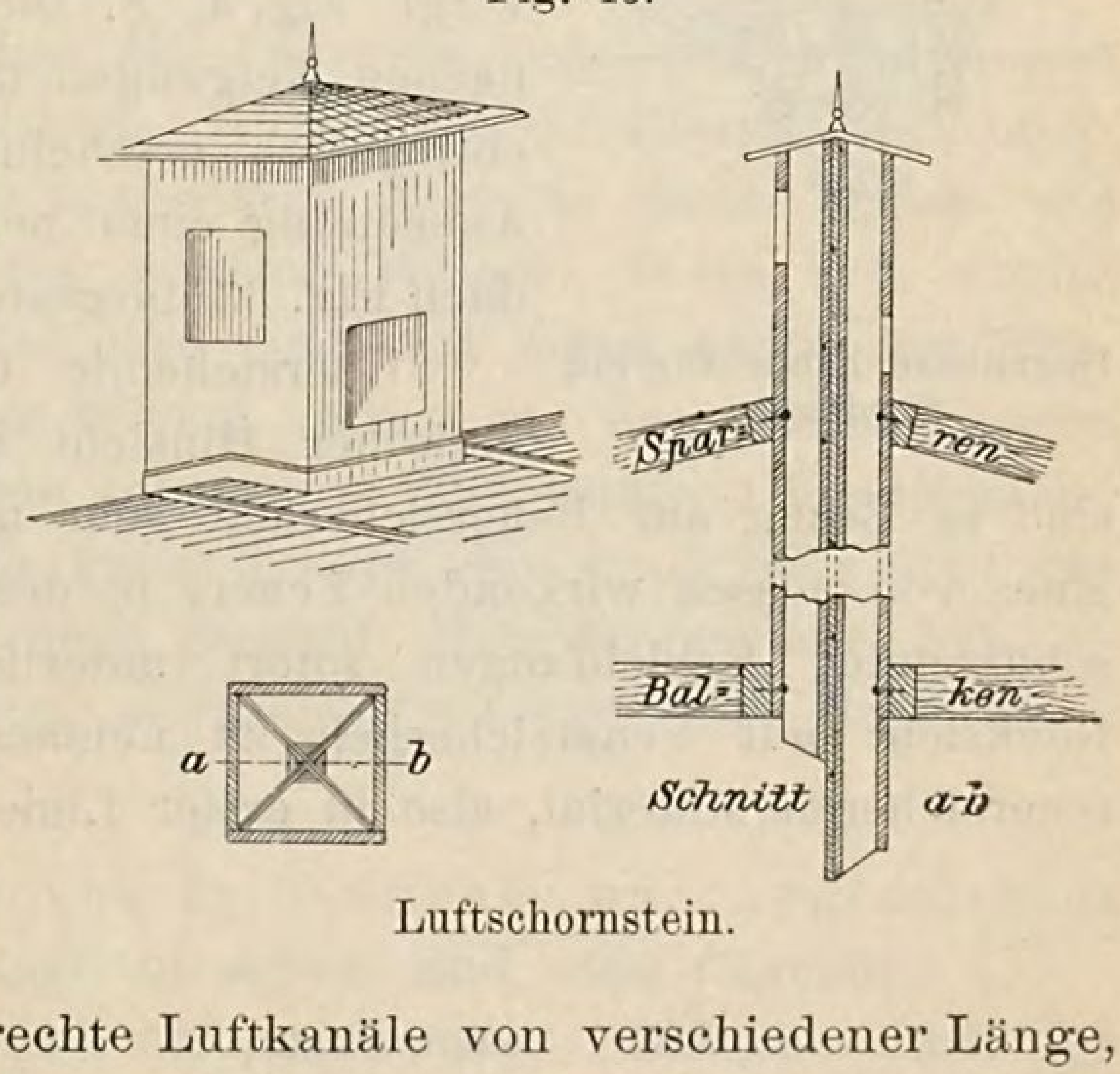
Als Vorzüge dieser Dachkonstruktion sind anzuführen: die grosse Haltbarkeit, Feuersicherheit, Leichtigkeit und Tropfsicherheit.

In Räumen, in welchen sich beständig wasserhaltige Dämpfe bilden, ist als innere Decke eine Lage gewöhnlicher Hartgipsdielen nicht empfehlenswert, da letztere sehr bald angegriffen und zerstört werden würden. In solchen Fällen sind vielmehr die von der mehrfach genannten Firma fabrizierten Hartgipsdielen mit Zementüberzug zur Verwendung sehr geeignet. Letzterer ist in dünner Lage auf einer Seite der Gipsdielen aufgebracht; bei Dacheindeckungen über feuchten Räumen würde der schützende Zementüberzug nach dem Innern, bei Umfassungswänden nach aussen zu legen sein.

Diejenigen Dachdeckungen, welche einen luftdichten Verschluss bilden, machen für die unter den Dachflächen liegenden Räume eine gute Lüftung erforderlich, weil in den Räumen, in denen sich stagnierende Luft vollständig abgeschlossen findet, manche Unzuträglichkeiten in gesundheitlicher Beziehung und hinsichtlich der Konservierung des eingeschlossenen Holzes entstehen. Dieselbe wird durch Anbringung kleiner Zuglöcher erzielt, die so angeordnet werden, dass sie dem Regen und Schnee keinen Eingang gestatten (z. B. Zinkröhren mit Kappe), sich wenn möglich einander gegenüberstehen, damit die Luft leichteren Eingang findet, und entweder sehr eng sind oder mit Drahtgewebe verschlossen werden, damit sie Vögeln oder Ungeziefer nicht als Schlupfwinkel dienen.

Dass man Dachräume, unter welchen sich Dämpfe oder Dünste entwickeln oder unter welchen man eine beständig frische und trockene Luft haben muss, wie z. B. in Lokomotivschuppen, Kesselhäusern, Wäschereien, Maschinenhäusern, Giessereien u. s. w. mit sogenannten Laternen oder mit aufgesetzten Luftschornsteinen versieht, ist hinlänglich bekannt. Der in Fig. 43 dargestellte Luftschornstein ist vielfach angewendet und bietet eine vorzüglich wirkende Lüftungsvorrichtung. Durch die diagonale Scheidewandund die tiefer herabgehenden Umfassungswände des Schornsteins bilden sich senkrechte Luftkanäle von verschiedener Länge, von denen der eine tiefer in den zu lüftenden Raum hinabsteigt als der andere. Dadurch werden beständig lebendige Luftströmungen erzeugt,

Fig. 43.



Luftschornstein.

was bei Luftschornsteinen, die alle in gleicher Höhe und in gleicher Tiefe ein- und ausmünden, nicht der Fall ist.

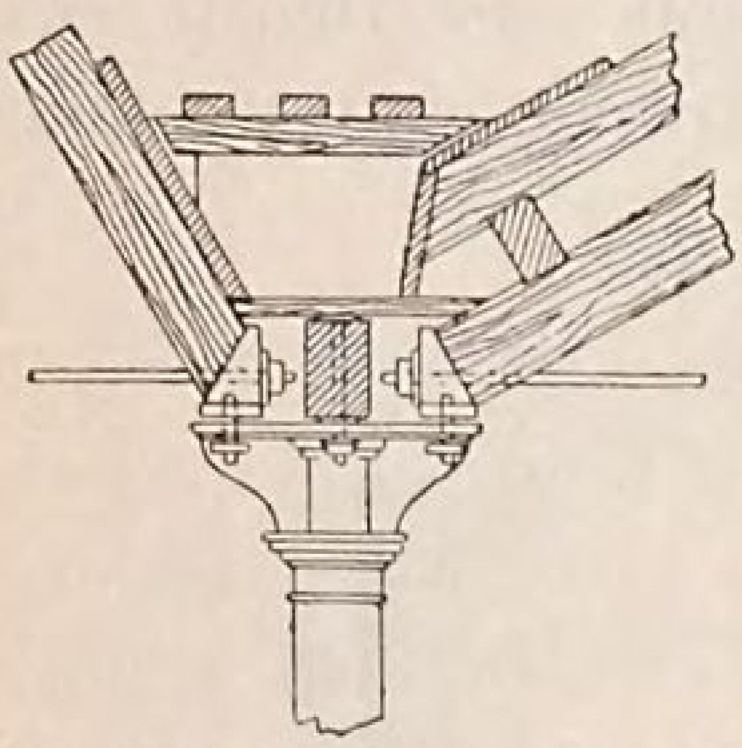
Dachrinnen und Gesimsabdeckungen. Eine gute Rinnenkonstruktion soll dazu dienen, das von den Dächern abtropfende Niederschlagswasser derartig zu sammeln und abzuleiten, dass die Gebäudeteile durch Traufwasser keine Beschädigung erleiden.

Hinsichtlich der Grösse der Rinnen ist zu bemerken, dass man in Nord- und Mitteldeutschland gewöhnlich 0,8 bis 1 qcm Rinnenquerschnitt auf 1 qm Dachgrundfläche und bei aufsaugenden (Holzzement-) Dächern etwa 10 $^{0}/_{0}$ weniger rechnet.

Dem Rinnenboden wird gewöhnlich ein Gefälle von 0,8 bis 1 cm auf 1 m freier Länge gegeben.

Bei vielen Dachformen ist es nötig, dass die Rinne von Dacharbeitern begangen wird, da eine andere gesicherte Gangfläche nicht zu beschaffen ist. Auf eine gute und sichere Konstruktion ist in diesem Falle besonderes Augenmerk zu richten. Da bei gewerblichen Anlagen architektonische Rücksichten mehr in den Hintergrund treten, so sollte bei diesen am wenigsten der Gesichtspunkt vernachlässigt werden, dass sowohl beim Neubau als auch bei der späteren Unterhaltung des Gebäudes die Dacharbeiter gegen Absturz geschützt werden und dass demnach die Rinnen- und Gesimskonstruktion recht kräftig ausgeführt und mit gehörigen Schutzvorkehrungen (Geländer u. dergl., vergl. Fig. 4, S. 168) versehen wird, sofern die flachen Neigungen der Dachflächen letzteres nicht entbehrlich erscheinen lassen. In Fig. 44 ist die Anordnung einer begehbaren Rinne für das Sheddach Fig. 33 dargestellt.

Fig. 44.



Begehbare Rinne für ein Sheddach.

Überstehende Gesimse, welche in architektonischer Hinsicht besonders vorteilhaft wirken, sind in Bezug auf Feuersicherheit sehr nachteilig, da sie dem Angriff eines von aussen wirkenden Feuers in der Regel beim Mangel besonders schützender Bekleidungen sofort unterliegen. Wo daher besondere Rücksicht auf Feuersicherheit zu nehmen ist, sind die Gesimse aus feuersicherem Material, also in erster Linie aus Steinmaterial herzustellen.

D. Bauliche Einrichtungen zur Vermittelung des Verkehrs.

Wie überall, hat auch in gewerblichen Anlagen der Verkehr der Hauptsache nach zwei Aufgaben zu bewältigen: Höhenunterschiede in senkrechter Richtung zu überwinden und Bewegungen in horizontaler Richtung zu ermöglichen.

Der Verkehr von Personen und Sachen in vorwiegend senkrechter Richtung, also insbesondere der Verkehr zwischen den einzelnen Geschossen eines Gebäudes, wird durch Treppen, Rampen (schiefe Ebenen) und Aufzüge vermittelt; nur bei den geringsten Ansprüchen an Bequemlichkeit und Vermeidung von Unfallgefahr kann man Treppen durch Leitern ersetzen.

Für den Verkehr in horizontaler Richtung kommen von den baulichen Einrichtungen die Thüren, Thore, Gänge, Fahrbahnen (Geleisanlagen), Galerieen, Lauf- und Verbindungsbrücken in Betracht. Luken, welche hauptsächlich nur für den Waarentransport Bedeutung haben, dienen für den Verkehr in beiderlei Richtung.

Die aufgezählten Einrichtungen zur Vermittelung des Verkehrs bedingen in hygienischer Beziehung keine besonders hervortretenden Übelstände, die Hauptgefahrenquelle liegt vielmehr in der Unfallgefahr, die bekanntlich allen Verkehrseinrichtungen der Natur der Sache nach innewohnt, nächstdem ist aber auch auf die durch viele dieser Einrichtungen bedingte Feuersgefahr besondere Rücksicht zu nehmen.

a. Treppen, Rampen und Aufzüge.

Die Materialien, aus welchen die Treppen hergestellt werden, sind hauptsächlich Holz, Stein und Eisen. Hinsichtlich der Konstruktion unterscheidet man freitragende oder unterstützte Treppen, ferner gerade und gewundene Treppen. Unter den geraden Treppen finden sich solche, welche ein- oder mehrmals gebrochen sind und deren Läufe ihre Richtung, meist unter einem rechten Winkel, verändern. Gewundene Treppen entstehen, wenn statt der Podeste sogenannte Winkelstufen (Wendelstufen) angeordnet werden. Erhält die ganze Treppe eine runde oder elliptische Windung, so wird sie Wendeltreppe genannt, Spindeltreppe auch Spindel-Wendeltreppe heisst sie dagegen, wenn die Windungen ganz geschlossene Kreise bilden.

Die Anforderungen, welche in baulicher und hygienischer Richtung an eine Treppenanlage zu stellen sind, sind folgende:

1. Ausreichende Helligkeit des Treppenhauses. Dieselbe muss für alle Stunden gesichert sein, in welchen dasselbe der allgemeinen Benutzung offen steht;

2. Ausreichende Lüftung des Treppenhauses;
3. Bequeme Begehbarkeit der Treppe;
4. Zweckentsprechendes Material der Stufen und des Stufenbelags;
5. Angemessene Zahl und Anordnung von Ruheplätzen (Podesten);
6. Genügende Tragfähigkeit;
7. Möglichste Feuersicherheit;
8. Sicherung gegen Unfälle durch zweckmässige Geländer; und
9. Sorgfältige Reinhaltung.

Die Helligkeit des Treppenhauses lässt bei vorhandenen Fabrikanlagen sehr oft zu wünschen übrig. Es wird in solchen Fällen übersehen, dass das Treppenhaus einer der wichtigsten und am meisten benutzten Gebäudeteile ist. Jede Vernachlässigung der Beleuchtung hat eine Verlangsamung des Verkehrs und eine Erhöhung der Unfallgefahr zur Folge.

Eine Tagesbeleuchtung, die lediglich durch Fenster in der Decke des Treppenhauses erzielt wird, reicht für hohe Gebäude nicht aus; dieselbe muss in diesem Falle durch Seitenfenster ergänzt werden. Die künstliche Beleuchtung der Treppenhäuser sollte nicht weniger vollkommen sein als die der Arbeitsräume. Wenn Gas- oder elektrische Beleuchtung verwendet wird, empfiehlt sich die Anbringung von einigen Öllampen, da bei plötzlichem Versagen der centralen Lichtquelle oder bei etwaigen Unglücksfällen eine rasche Beleuchtung des Treppenhauses durch solche Reserve- oder Notlampen unbedingt erforderlich ist.

Eine kräftige Lüftung des Treppenhauses ist aus dem Grunde von besonderer Bedeutung, weil die verdorbene Luft desselben die der eigentlichen Aufenthaltsräume in ungünstiger Weise beeinflusst, namentlich wenn die letzteren geheizt werden und infolgedessen die kältere Luft des Treppenhauses in die wärmeren gelüfteten Räume nachdrückt.

Die bequeme Begehbarkeit der Treppen hängt von der Bauart der Treppenstufen ab. Das Verhältnis der Stufenhöhe (h) zur Stufenbreite (Auftritt b) muss richtig gewählt werden und soll einem Schritt von mittlerer Weite entsprechen. Für das Verhältnis der Steigung zum Auftritt hat man verschiedene Regeln aufgestellt, von denen die bekanntesten sind:

$$h + b = 43 \text{ cm},$$
$$2h + b = 60 \text{ bis } 64 \text{ cm (gewöhnlich 63 cm)},$$
$$\tfrac{4}{3}h + b = 52 \text{ cm und}$$
$$1\tfrac{1}{2}h + b = 54{,}5 \text{ cm}.$$

Für Haupttreppen wählt man als Steigung 14 bis 17 cm, für Neben-

treppen 17 bis 20 cm und sogar 22 cm. Die letztgenannten Maasse sind durchaus nicht empfehlenswert. v. Kerschensteiner[1]) hält sogar eine Höhe der Stufen über 15 cm und eine Breite derselben unter 28 cm für gesundheitswidrig. Für Treppen mit starkem Verkehr ist nach H. Koch[2]) eine Steigung von 16,5 cm bei einer Stufenbreite von 30 cm am zweckmässigsten, und nur für mehr als 3 m breite Treppen, besonders wenn mehr als 15 Steigungen in einem Lauf ohne Podest angeordnet sind, ist eine Ermässigung der Steigungshöhe bis auf 15 cm bei 32 cm Breite des Antritts anzuraten.

Zwischen je zwei Treppenabsätzen sollen in der Regel nicht weniger als 3 und nicht mehr als 18 Stufen angeordnet werden. Das geringste Breitenmaass für einen Treppenlauf ist 0,65 m. Sollen sich zwei Personen begegnen können, so ist eine Breite von mindestens 1,20 m erforderlich. Bei Doppeltreppen darf die Summe der Breiten der beiden Läufe nicht mehr als das $1^1/_2$fache des Mittellaufes betragen, weil bei grösserer Breite eine sich abwärts bewegende Menschenmenge am Mittellauf angestaut würde.

Ein ähnliches Breitenverhältnis muss für die einzelnen Treppenläufe gewählt werden, welche die verschiedenen Geschosse einer Fabrik unter einander verbinden. Sollen die abwärts gehenden Personen sich möglichst wenig anstauen, so muss für jedes auf die Treppen mündende Geschoss ein Maass von 0,6 m für die Breite des Treppenlaufes in Zusatz kommen, da dieses Maass gerade für eine Person ausreicht.

Handelt es sich beispielsweise um ein Fabrikgebäude mit vier Obergeschossen, so muss der Treppenlauf zwischen dem 4. und 3. Geschoss mindestens eine Breite von 1,20 m erhalten, und zwar einesteils mit Rücksicht auf den Verkehr in entgegengesetzter Richtung, anderenteils auf den Transport von Waren, Geräten u. a. m., der auf schmäleren Treppen sehr erschwert sein würde. Der Treppenlauf zwischen dem 3. und 2. Geschoss müsste eine Breite von $1{,}20 + 0{,}60 = 1{,}80$ m erhalten, könnte unter Umständen aber auch noch in der Breite von 1,20 m ausgeführt werden, weil im Falle der Not nur die herabgehende Menschenmenge in Betracht kommt und sich begegnende Personen nicht zu berücksichtigen sind. Der Treppenlauf zwischen dem 2. und 1. Geschoss erhält 2,40 m, mindestens aber 1,80 m Breite. Der Treppenlauf zwischen dem 1. Geschoss und dem Erdgeschoss ist in einer Breite von 3,00 m, mindestens aber von 2,40 m auszuführen. Es ist selbstverständlich nichts dagegen einzuwenden, dass aus konstruktiven Rücksichten die Breite des unteren Treppenlaufes für sämtliche Treppen gewählt wird.

Bei gewundenen Treppen muss die normale Auftrittsbreite in der Mittellinie der Stufen vorhanden sein. Die hier entstehenden Spitzstufen (Wendelstufen!) beeinträchtigen die bequeme Begehbarkeit der Treppen

[1]) Gesundheits-Ingenieur 1894, S. 47.

[2]) Baukunde des Architekten 1. Band, 1. Teil, S. 297. Berlin 1893.

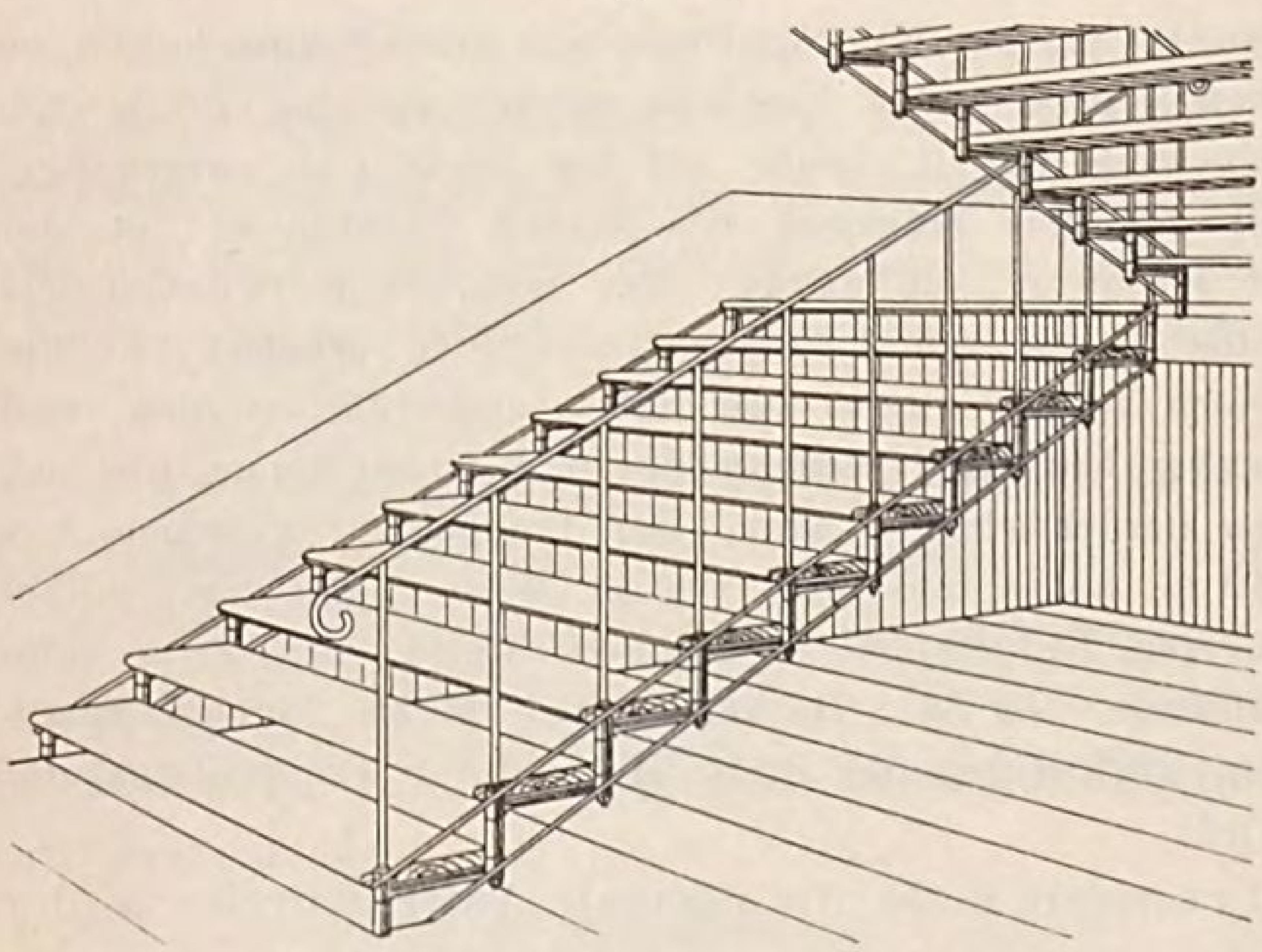
und bedingen, namentlich im Winter, wenn sich unter den Schuhen Eis und Schnee festsetzen, eine erhöhte Unfallgefahr. Wenn irgend angängig, sind daher Wendeltreppen in gewerblichen Anlagen zu vermeiden, namentlich wo sie für den Hauptverkehr dienen sollen.

Für ein bequemes Ersteigen der Treppen sind Handleisten (oder Handläufer) erforderlich. Dieselben werden an der freien Seite auf dem Geländer, an der Wandseite auf Stützhaken befestigt. Die Handläufer, welche stets, namentlich aber bei solchen Treppen, welche gleichzeitig in beiden Richtungen benutzt werden, auf beiden Seiten angebracht sein sollten, werden aus hartem Holz gefertigt und poliert. Die Höhe über den Stufen muss 0,80 bis 0,85 m betragen. Sie sind so einzurichten, dass sie für die Hände erwachsener Personen umfassbar oder doch nahezu umfassbar sind.

Als Stufenbelag gebührt dem Holz der Vorzug vor Stein oder Eisen, da ersteres weit elastischer ist als die letztgenannten Materialien und demnach das Steigen sehr erleichtert. Holzbelag auf steinernen oder eisernen Stufen vereinigt den Vorzug der Feuersicherheit mit demjenigen des angenehmeren Ersteigens.

Auch das Belegen der Steinstufen mit Linoleum und der eisernen Stufen mit Kautschukplatten erleichtert das Begehen der Treppen wesentlich und begünstigt gleichzeitig die Reinhaltung.

Fig. 45.

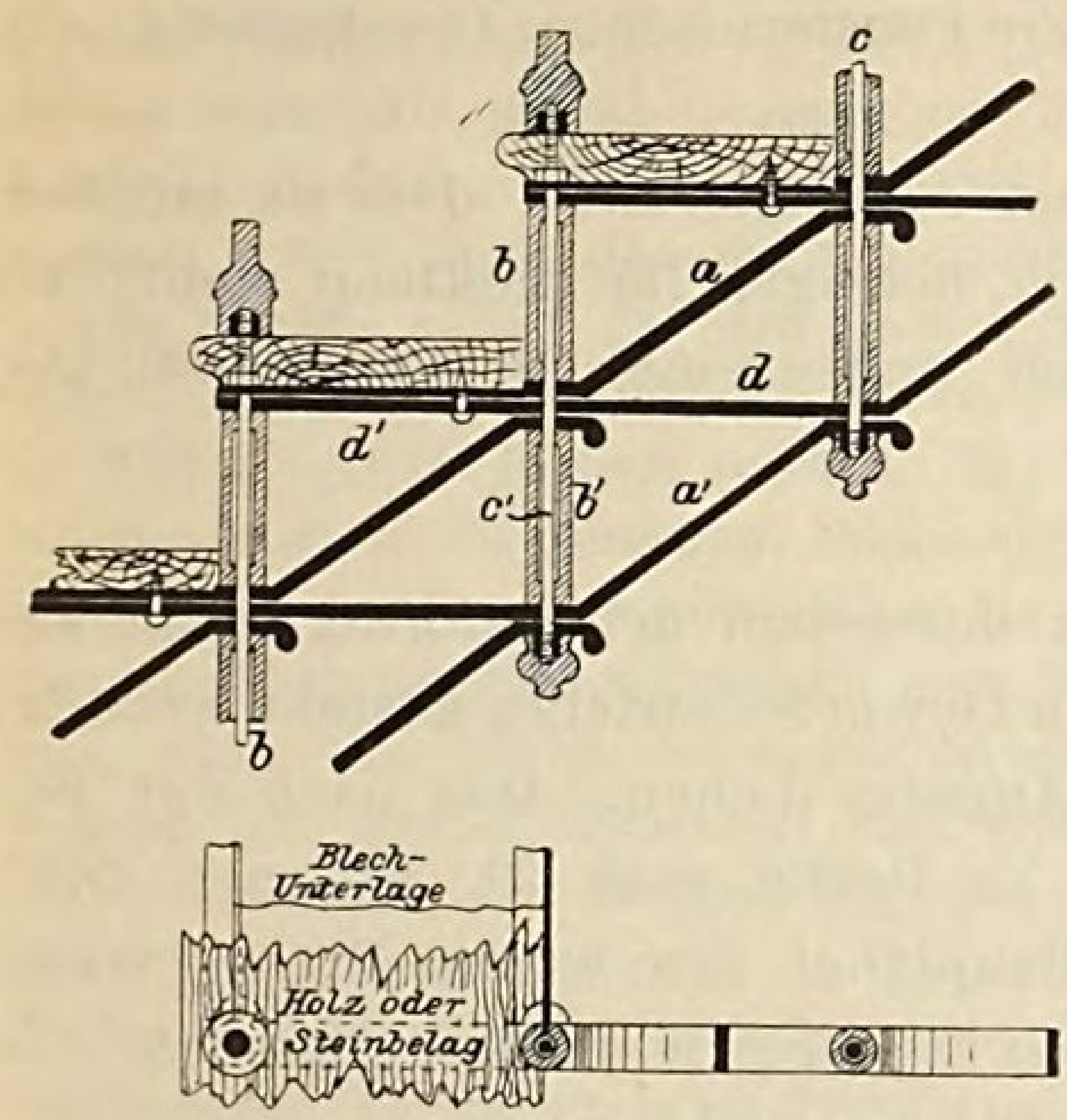


Joly's eiserne Fabriktreppe mit Holzstufen.

In Fig. 45 ist eine eiserne Treppe dargestellt, wie sie von dem Eisenwerke Joly in Wittenberg zur Ausführung gebracht wird. Die Treppenstufen sind von Holz und erhalten eine feuersichere Unterlage (Blech). Da sich harte Holzsorten in Bezug auf Feuersicherheit ebenso geeignet erwiesen haben wie Eisen und viele Steinsorten, so sind derartige Treppen auch als feuersicher zu bezeichnen, wenn die einzelnen Stufen lediglich aus einer harten Holzart hergestellt werden. Die Wangen der Joly'schen Treppe sind aus geschmiedeten parallelen Gurtungen a und a′ (Fig. 46), ebensolchen Diagonalen d, welche in Stufenträger d′ auslaufen, Tüllen b und schmiedeeisernen Bolzen c zusammengesetzt. Die Tüllen b halten die Gurtungen

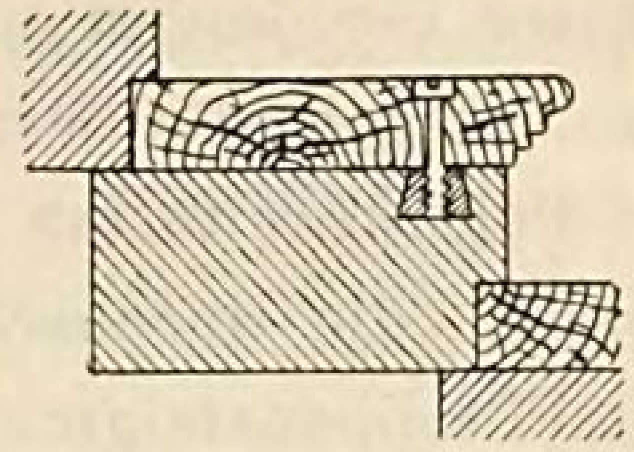
und Diagonalen in geeigneter Entfernung aus einander, die Bolzen c dienen zur Verbindung aller Teile.

Fig. 46.



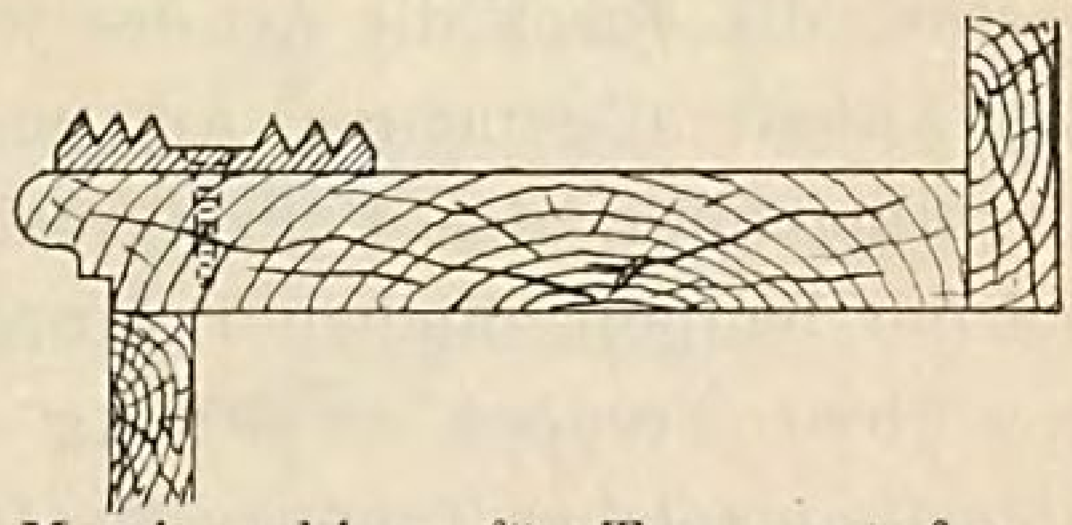
Details der Joly'schen Treppe.

Fig. 47.



Steinerne Treppenstufe mit Holzbelag.

Fig. 48.



Messingschiene für Treppenstufen.

Der Holzbelag der Stufen steinerner Treppen besteht aus 5 bis 6 cm starken Bohlen; eine der üblichen Befestigungsarten zeigt Fig. 47. An Stelle des Holzbelags ist für eiserne sowohl wie für steinerne Treppen die Verwendung des Xyloliths sehr zu empfehlen, da dieses Material auch an den Kanten der Abnutzung sehr gut widersteht.

Die gute Unterhaltung der Treppenstufen ist im Interesse der Verringerung der Unfallgefahr sehr wichtig; ausgetretene oder gar zerbrochene Stufen bilden die Veranlassung zu vielerlei Unfällen. Zur Verhütung der raschen Abnutzung hölzerner Stufen kann man dieselben vorn mit Schienen versehen, dieselben müssen jedoch nach Art der für Schiffstreppen gebräuchlichen Muster mit scharfkantigen Rinnen versehen sein und aus Messing hergestellt werden (Fig. 48). Eckbesäumungen und Schienen ohne derartige scharfkantige Vorsprünge sind zu vermeiden, da dieselben wegen der bald eintretenden Glätte zum Ausrutschen der Füsse und dadurch zu Unfällen Anlass geben.

Ist eine Geschosshöhe nicht durch einen Treppenlauf von 18 oder weniger Stufen zu überwinden, so muss in der Mitte ein Ruheplatz (Podest) angelegt werden. Solche Podeste sollen nicht nur den Transport von Waren und den Verkehr der sich begegnenden Personen erleichtern, sondern sie sollen vornehmlich als Ruheplatz für solche Personen dienen, denen das Treppensteigen Mühe verursacht oder deren Gesundheit darunter leidet. Es sind dies namentlich Herz-, Lungen-

und Unterleibskranke, Fussleidende, Kinder im zarten Alter und junge Frauen. Dieser Gesichtspunkt macht es sehr wünschenswert, dass die Podeste mit Sitzplatz versehen werden. Sind Seitenfenster in der Höhe der Podeste vorhanden, so können die Fensternischen zweckmässig als Sitzplätze ausgebildet werden.

Die Podestbreite ist im allgemeinen so anzuordnen, dass sie mit der Schrittweite, die durchschnittlich 60 cm beträgt, im Einklang steht, so dass die Treppensteigenden nicht zum unbequemen Schrittwechsel genötigt sind.

Die Tragfähigkeit der Treppen muss sich den Anforderungen anpassen, die durch die Art des jeweiligen Gewerbebetriebes gestellt werden. Als Anhalt allgemeiner Art mag die Angabe dienen, dass nach der Bekanntmachung des Polizeipräsidenten zu Berlin vom 21. Februar 1887 bei der baupolizeilichen Prüfung von Bauplänen u. s. w. das Eigengewicht gewölbter Treppen zu 500 kg und das Eigengewicht einschliesslich der Belastung solcher Treppen zu 1000 kg für das Quadratmeter angenommen wird. Nach H. Koch[1]) ist bei freitragenden steinernen Treppen für 1 qm Horizontalprojektion 750 bis 1000 kg Belastung anzunehmen.

Die feuersichere Anlage der Treppen ist bei einem etwaigen Brande die wirksamste Beschützerin des Gebäudes und der darin befindlichen Menschen. Die erste Bedingung für die Feuersicherheit eines mehrgeschossigen Gebäudes ist die, dass das Treppenhaus nicht innerhalb des eigentlichen Fabrikgebäudes angelegt wird. Bei einer solchen Anordnung durchbricht die Treppenanlage die verschiedenen Geschosse und bildet bei Bränden geradezu einen Schornstein, durch welchen das Feuer angefacht wird und Rauch und Feuer sich rasch in sämtliche Geschosse verbreiten können. Die Treppenanlage muss daher unbedingt in vorgebaute Gebäudeteile gelegt oder durch Brandmauern von den eigentlichen Fabrikräumen abgegrenzt werden und darf mit diesen nicht in unmittelbarer Verbindung stehen.[2]) Die vorteilhafteste und unbedingt zuverlässigste Anlage der Treppen ist die, dass die Treppenhäuser ganz vom Fabrikgebäude getrennt angelegt werden, so dass die Treppen nicht unmittelbar von den Arbeitsräumen aus, sondern nur vermittels offener, feuersicherer Brücken zugänglich sind.

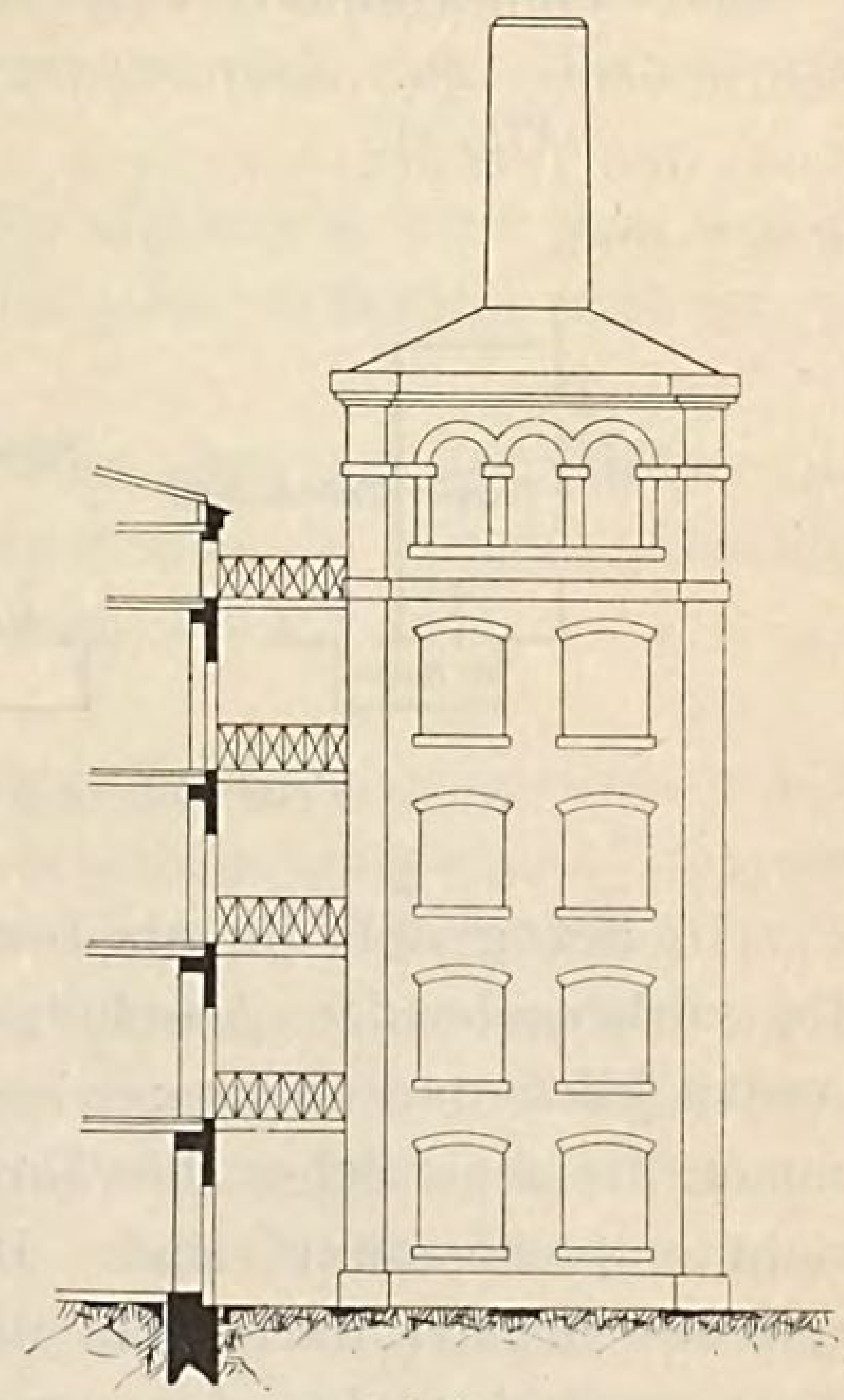
Die Treppen sind also in einem turmartigen Gebäude unterzubringen, wie dasselbe durch Aufriss und Grundriss in den Fig. 49 und 50 zur Anschauung gebracht ist. Um keine Spitzstufen zu erhalten ist es zweckmässig, den Grundriss des Treppen-

[1]) Baukunde des Architekten 1. Band, 1. Teil, S. 308. Berlin 1893.

[2]) Vergl. Fig. 2 bis 4, S. 167 u. 168.

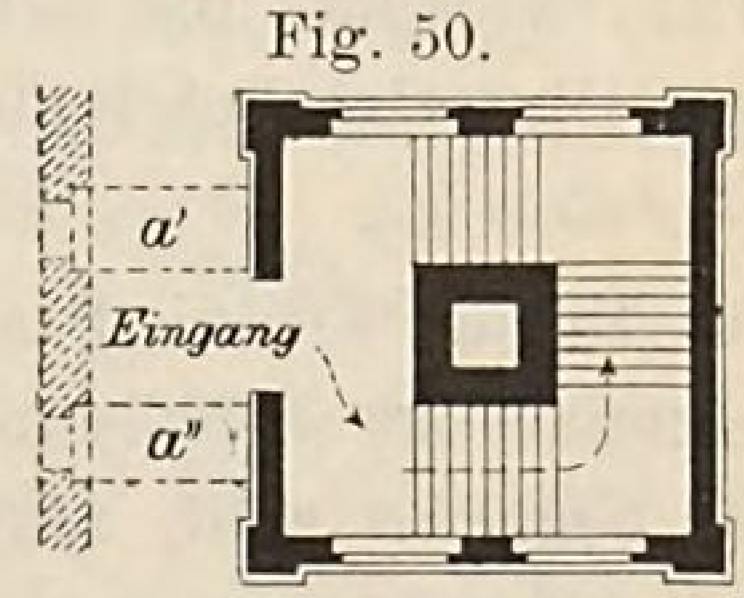
turmes viereckig, nicht rund oder vieleckig zu gestalten. Die Verbindungsbrücken zwischen dem Turm und den einzelnen Geschossen sind aus Eisen herzustellen und mit einem kräftigen Geländer zu versehen. Wie im Grundriss durch punktierte Linien angedeutet ist, können zur Erleichterung des Verkehrs für jedes Geschoss zwei getrennte eiserne Verbindungsbrücken (a′ und a″) hergestellt werden. Bei ausbrechender Feuersbrunst bietet ein solches turmartiges Treppenhaus die Gewähr, dass es nicht durch Rauchmassen erfüllt und dadurch unbegehbar gemacht werden kann. Es wird auch beim Einsturz brennender Gebäudeteile nicht so leicht in Mitleidenschaft gezogen werden. Erfahrungsmässig bleiben die äusseren Umfassungswände meistens stehen, und werden daher die Verbindungsbrücken meistens selbst dann noch begehbar sein, wenn alles übrige schon unzugänglich geworden ist. Ferner erleichtert eine solche Anlage wesentlich die Bekämpfung des Feuers, indem die Löschmittel rasch in jede Höhe befördert und unbehindert benutzt werden können. Ein weiterer Vorzug eines solchen Treppenhauses ist der, dass man den Schornstein für die Dampfkesselanlage in dasselbe einbauen kann und dass die oberen Teile des Treppenhauses zur Aufstellung von Wasserbehältern für Hochdruck-Wasserleitungen dienen können. Endlich können Materialaufzüge in das Treppenhaus gelegt werden. In diesem Falle muss aber der Aufzug unbedingt gegen die Treppe überall sicher abgeschlossen sein, und an den Ladestellen des Aufzuges müssen besondere in die Geschosse einmündende Verbindungsbrücken angeordnet werden, die von den Verbindungsbrücken zur Bewältigung des Personenverkehrs völlig getrennt liegen.

Fig. 49.



Schnitt.

Fig. 50.



Grundriss.

Feuersicherer Treppenturm mit Dampfkesselschornstein.

Derartige Treppenanlagen sind dringend erforderlich, wenn es sich um mehrgeschossige Gebäude handelt, in denen besonders feuergefährliche Materialien verarbeitet werden. Zu diesen Anlagen gehören beispielsweise die Spinnereien und Webereien, in denen Baumwolle oder mit Baumwolle vermischte Wolle oder Flachs verarbeitet wird.

Aus Anlas seines Fabrikbrandes, welcher in Aachen in einer Wollwarenfabrik vorkam und dazu führte, dass wegen rasch eintretender Verqualmung und Unbegehbarkeit der Treppen mehrere Menschen umkamen, hat kürzlich K. Heinrici den Vorschlag[1]) gemacht, die Treppenhäuser nach Art der in Fig. 51 bis 53 skizzierten Anordnung in eingebaute oder vorgebaute, durch Brandmauern abgeschlossene Räume zu legen, welche

[1]) Vergl. Zeitschrift der Zentralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen 1894, S. 129.

mit den Fabrikräumen nur durch offene, feuersichere Balkone oder Galerieen verbunden sind. Die Heinrici'sche Anordnungsweise bildet gleichsam das Mittelglied zwischen solchen Anlagen, die von uns noch als zulässig bezeichnet sind, und unserm Vorschlage, die Treppenhäuser als isolierte turmähnliche Gebäude anzulegen. Es wird nicht bestritten werden können, dass diese letztgenannte Anordnungsweise in mehreren Beziehungen, namentlich was die Erleichterung der Löschhilfe anlangt, gegenüber den Anlagen nach Heinrici's Vorschlag wesentliche Vorzüge besitzt.

Fig. 51.

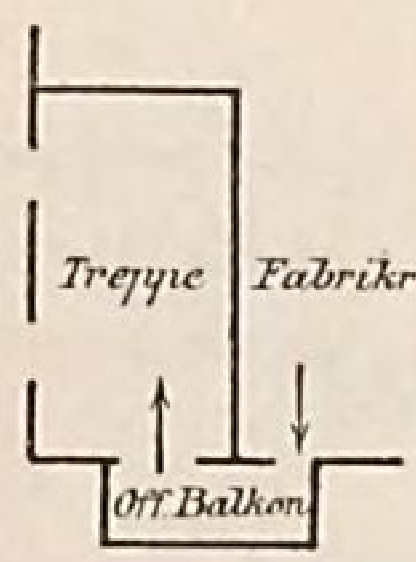


Fig. 52.

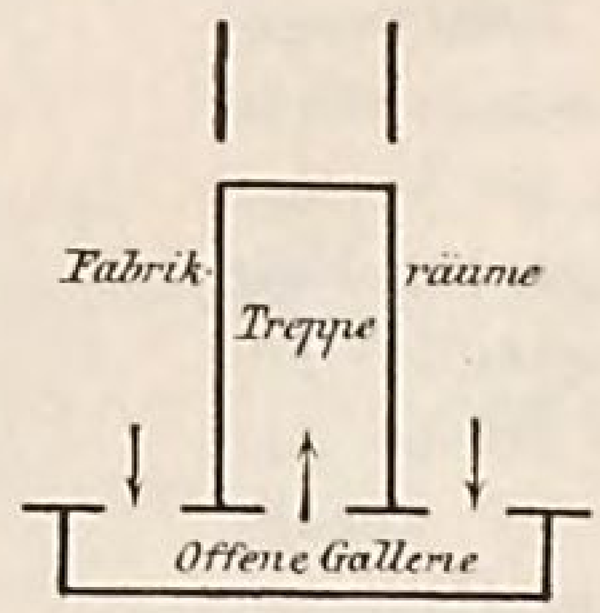
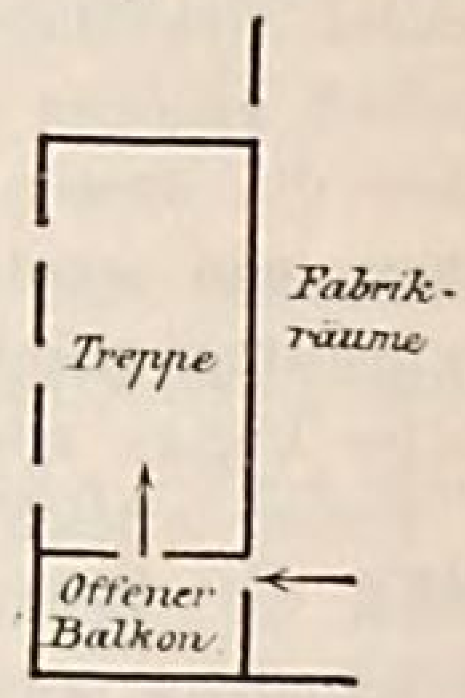


Fig. 53.



Feuersichere Treppenanlagen nach Heinrici.

In Bezug auf die als feuersicher geltenden Materialien kann auf die vorhergehenden Abschnitte verwiesen werden. Es soll aber noch ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass sich Granittreppen nicht immer als feuersicher bewährt haben und demnach für Fabriktreppen nicht empfehlenswert sind. Der Grund der geringen Widerstandsfähigkeit des Granits darf wohl darin gesucht werden, dass derselbe beim Warmwerden infolge der verschiedenen Ausdehnung seiner Bestandteile (Quarz, Feldspat und Glimmer) zerspringt und demnach Treppen aus solchem Material bei Feuersbrünsten rasch zusammenstürzen.[1])

In Bezug auf die Sicherung der Treppen gegen Unfallgefahr ist folgendes zu beachten. An den Seiten, wo Treppen nicht durch volle Wände begrenzt sind, muss ein Geländer angebracht werden, welches derartig einzurichten ist, dass es bei grösseren Menschenansammlungen genügenden Widerstand gegen Umkippen und Zusammenbrechen und hinreichende Sicherheit gegen Absturz von Personen und Gegenständen bietet.

In der Regel bestehen die Geländer aus einzelnen Traillen, welche oben durch eine Handleiste verbunden sind. Damit derartig eingerichtete Treppengeländer den aufgestellten Forderungen entsprechen, müssen die einzelnen Teile ausreichende Festigkeit besitzen und ist der Zwischenraum zwischen den einzelnen Geländertraillen dicht über den Stufen mit wenigstens 25 cm hohem Gitterwerk oder Holzfüllungen abzuschliessen.

[1]) Vergl. Jahresberichte 1890, S. 149.

Nur hierdurch kann verhindert werden, dass Kinder, welche die Treppe begehen, hinabfallen und dass beim Transport Waren und sonstige schwere Gegenstände durch die Traillen abstürzen und Personen beschädigen, welche sich auf den unterhalb belegenen Treppenläufen aufhalten. Die in Fig. 45 dargestellte Treppe entspricht in dieser Beziehung den Anforderungen nicht, da die obere Gurtung der Treppenwange sich nur wenig über die Stufen erhebt und den Absturz von Gegenständen nicht verhindern kann.

Wie schon erwähnt, muss die Höhe des Geländers über den Stufen derartig bemessen sein, dass die Handleisten 0,80 bis 0,85 m hoch angebracht werden können.

Die dicht an Treppen belegenen Fenster sind in einer Höhe bis 0,8 m zu vergittern, sofern sie nicht mindestens in diesem Abstand über den daneben laufenden Stufen angebracht sind.

Schliesslich sind noch die sorgfältige Reinhaltung und gute Unterhaltung als besonders wichtige Erfordernisse einer guten Treppenanlage zu erwähnen. Wenn die Reinhaltung und Unterhaltung auch lediglich für den Betrieb der Anlage in Frage kommen, so ist doch auch schon beim Bau auf diese Punkte Rücksicht zu nehmen, indem zweckentsprechende Materialien gewählt und gute konstruktive Anordnungen getroffen werden, die jenen Gesichtspunkten möglichst Rechnung tragen.

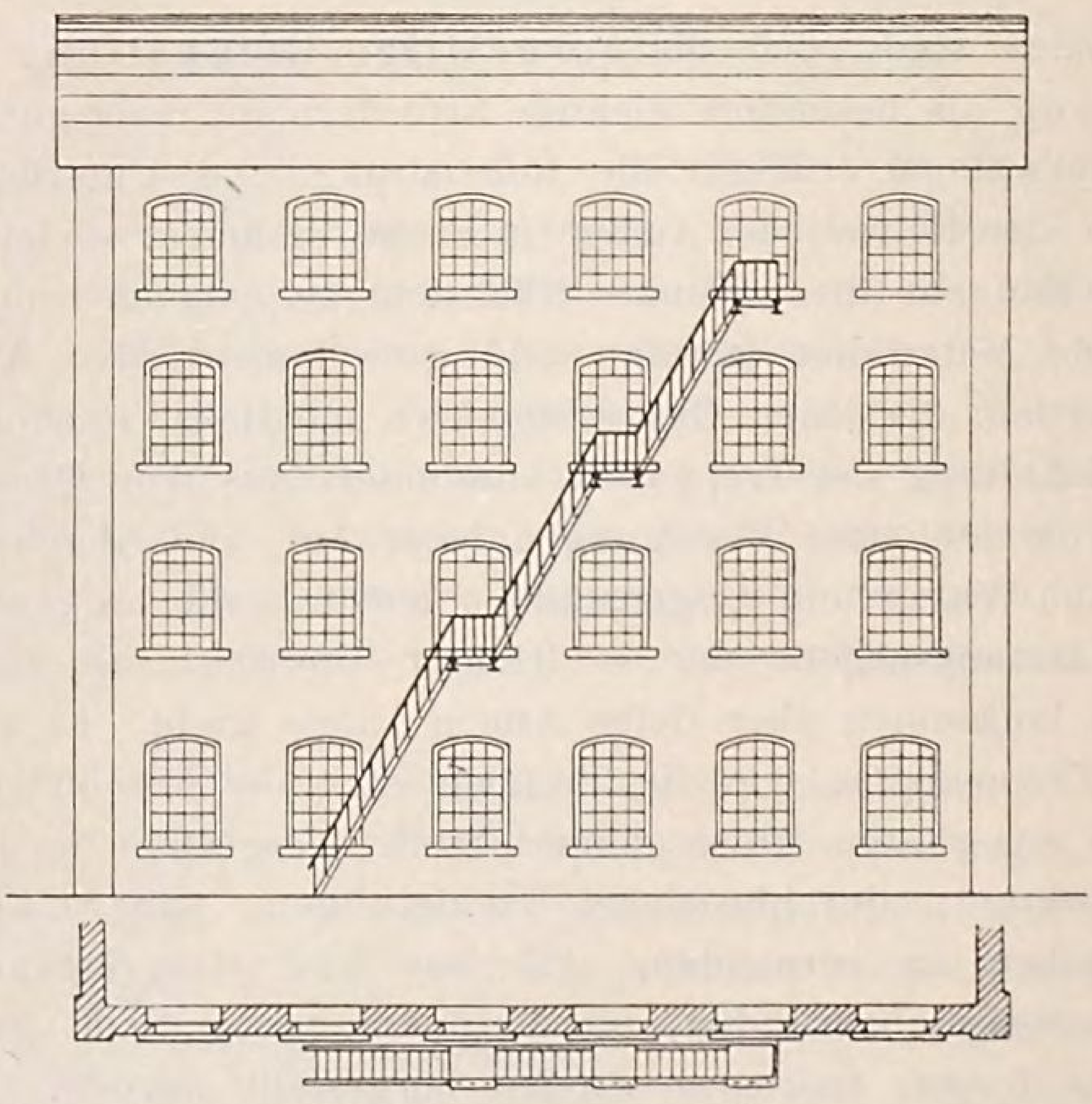
Die Reinhaltung der Treppen ist besonders aus dem Grunde wichtig, weil durch die lebhaften Bewegungen beim Auf- und Abgehen wie beim Transport von Waren und Gegenständen leicht Staub aufgewirbelt wird, der in die Atmungsorgane um so leichter eindringt, als das Treppensteigen zum langsamen aber tiefen Atmen Anlass giebt. Es sollen durch das ganze Treppenhaus, wie die Treppen auch die Fussböden der Flure und Podeste aus glatten, abwaschbaren Stoffen hergestellt werden. Ferner sind Staubwinkel, durchbrochene Verzierungen, spitzwinklige Ecken und dergleichen zu vermeiden. Alle aus- und einspringenden Winkel sind zweckmässig abzurunden, die Verputzungen müssen gut geglättet sein und aus festen, haltbaren Stoffen hergestellt werden. Ferner empfiehlt es sich, alle grösseren Flächen in sehr hellen Farben zu halten, da die Beleuchtung hierdurch verbessert und gleichzeitig die Reinhaltung erleichtert wird, weil jede Art von Schmutz und Staub besser erkennbar wird.

Über die allgemeinen bei der Anlage von Treppen zu berücksichtigenden Gesichtspunkte ist das wichtigste bereits unter A gesagt. Es mag hier wiederholt werden, dass wir in Bezug auf die Zahl der

Treppen fordern, dass in drei- und mehrgeschossigen Fabrikgebäuden mindestens zwei genügend von einander entfernte Treppenhäuser vorhanden sind, wenn die Zahl der in den hochbelegenen Geschossen beschäftigten Personen mehr als 40 beträgt oder die Länge des Gebäudes 50 m überschreitet.

Es ist selbstverständlich dringend erwünscht, dass grössere Arbeitsräume mit vielen Personen stets zwei gesonderte Treppen erhalten, die namentlich dann unbedingt erforderlich sind, wenn in der Fabrik leicht brennbare Stoffe (z. B. Baumwolle, Papier, Öl u. dergl.) verarbeitet werden. Nur in Ausnahmefällen, namentlich dann, wenn die Herrichtung einer zweiten Treppe der örtlichen Verhältnisse wegen mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist, darf gestattet werden, dass ausserhalb des Gebäudes eine Nottreppe angebracht wird.

Fig. 54 u. 55.



Nottreppe an Aussenwänden.

Die einfachste Art der Nottreppe besteht darin, dass in einer der Haupttreppe möglichst entgegengesetzten Wand eiserne Sprossen in solchen Entfernungen eingemauert werden, dass eine Begehung noch bequem ermöglicht wird. Derartige Steigleitern sollen durch die Fenster erreichbar sein, die unmittelbar über der Fensterbank eine ausreichend grosse nach aussen aufschlagende Fläche besitzen müssen. In grösseren Arbeitssälen müssen mehrere derartig eingerichtete Fenster vorhanden sein, die durch Laufgalerieen zu verbinden sind, auf denen die Arbeiter dann in Notfällen zu der Steigleiter gelangen können.

Werden Arbeiterinnen in Fabriken beschäftigt, in welchen derartige Einrichtungen getroffen sind, so müssen letztere so beschaffen sein, dass die zum Öffnen eingerichteten Fensterflächen ein leichtes Durchwinden der mit verhältnismässig weiter Kleidung versehenen Frauen gestatten, auch sind in den Fällen, wo keine Laufgalerieen vorhanden sind, Podeste anzubringen, die das Begehen solcher Steigleitern oder Nottreppen durch weibliche Personen erleichtern und überhaupt erst ermöglichen. In den Figuren 54 und 55 ist eine derartige von Pütsch[1]) angegebene Nottreppe dargestellt.

Gegen die Anbringung der beschriebenen Nottreppen wird zuweilen das Bedenken erhoben, dass dieselben dem Diebstahl Vorschub leisten und zu sonstiger missbräuchlicher Benutzung Anlass geben. Diese Möglichkeit kann dadurch abgeschnitten werden, dass man die Treppen nur bis etwa 3 m über dem Erdboden reichen lässt oder dass man das untere Ende der Treppe in einer Länge von etwa 3 m mit einem Scharnier an dem oberen unbeweglichen Teil befestigt und für gewöhnlich in die Höhe geschlagen an der Notleiter so festhält, dass es von dem Heruntersteigenden leicht gelöst und heruntergeklappt werden kann.

Rampen (schiefe Ebenen) dienen vornehmlich zur bequemen Beförderung von Lasten; wo sie vorkommen, finden sie sich vorwiegend im Freien. Die Besprechung dieser Verkehrsmittel an dieser Stelle hat daher nur geringe Bedeutung, weil die Feuersicherheit keine besonderen Anforderungen bedingt und im Hinblick auf die Unfallgefahr dieselben Anforderungen zu stellen sind wie bei den Treppen. In letzterer Beziehung ist neben ausreichender Tragfähigkeit eine möglichst geringe Neigung zu fordern. Ausserdem ist zu beiden Seiten ein kräftiges Geländer von mindestens 1 m Höhe anzubringen, welches dicht über dem Fussboden durch Seitenbretter zu verkleiden ist, damit ein Herabfallen der transportierten Gegenstände oder der Transportgefässe verhindert wird. Befindet sich unter der Rampe ein Durchgang, so sind noch weitergehende Sicherungen gegen Herabfallen von Gegenständen zu treffen. Wird auf den Rampen Material durch Schienenbahnen befördert, so soll das Gefälle im allgemeinen nicht mehr als 1 : 40 betragen. Sofern das Gefälle solcher Schienenbahnen 1 : 100 übersteigt, sind an den Fahrzeugen geeignete Bremseinrichtungen anzubringen.

Rampen, die ausschliesslich von Fussgängern begangen werden, müssen bei grösserem Gefälle mit Querleisten versehen werden, die in normaler Schrittweite zu befestigen sind und gegen Ausgleiten den nötigen Halt bieten.

Aufzüge[2]) und alle Anlagen, welche eine schachtartige Bauart verlangen, insbesondere auch Elevatoren, Lichtschachte und Lüftungsschlote

[1]) Albert Pütsch, Die Sicherung der Arbeiter gegen die Gefahren für Leben und Gesundheit im Fabrikbetriebe, S. 83. Berlin 1883.

[2]) Die Schutzvorrichtungen an Aufzügen zur Beseitigung von Unfallgefahr sind an anderer Stelle dieses Werkes besprochen.

bedingen eine erhöhte Feuersgefahr, indem dieselben bei ausbrechenden Bränden Rauchmassen und Feuer von einem Geschoss zum anderen übertragen und, wie eine Esse wirkend, die Ausbreitung des Feuers begünstigen. Dementsprechend sind bei ihrer Einrichtung dieselben Gesichtspunkte zu beachten wie für eine gute Treppenanlage. Am zweckmässigsten werden sie ebenfalls in isolierte, neben dem eigentlichen Fabrikgebäude errichtete massive Türme gelegt. Wo dies nicht angängig ist, ist darauf zu halten, dass die erforderlichen schachtartigen Einbauten die Decken der eigentlichen Arbeitsräume nicht durchbrechen, sondern dass sie in durch Brandmauern abgesonderte Gebäudeteile verlegt werden und keine direkte Verbindung mit den Arbeitsräumen haben. Ist auch dies nicht ohne ganz erhebliche Schwierigkeiten durchführbar, so ist als geringste Forderung im Interesse der Feuersicherheit die zu erheben, dass die grösseren Schächte für Aufzüge, Elevatoren, Lüftungsanlagen u. s. w. innerhalb der Gebäude in ihrer ganzen Ausdehnung mit massiven oder mit feuersicheren Wänden umschlossen und dass kleinere Schächte mindestens mit unverbrennlichem Material, z. B. mit Rabitzmasse ummantelt werden. Schächte, welche trotz dieser Einrichtung einen unbedingten Schutz gegen die Verbreitung und Übertragung von Feuer und Rauch nicht bieten, sollten stets so eingerichtet sein, dass in Notfällen ein Schliessen etwaiger Öffnungen leicht zu ermöglichen ist. Beispielsweise sind in Mahlmühlen grössere Durchbrechungen der Decken für Fahrstühle und Elevatoren bei der gegenwärtigen Betriebsweise kaum zu vermeiden. Hierin liegt eine erhebliche, den Mahlmühlen eigentümliche Gefahr. Hinsichtlich der Fahrstühle kann man diese Gefahr dadurch etwas herabmindern, dass man Vorrichtungen anbringt, welche die Öffnungen in den Decken sofort wieder schliessen, sobald der Fahrstuhl durch dieselben hindurchgegangen ist. Man vermindert dadurch wenigstens den sonst sehr starken Luftzug, welcher die Flamme gegebenenfalls in kurzer Zeit durch alle Stockwerke fortpflanzen kann. In den Mühlenbetrieben der Vereinigten Staaten von Nordamerika soll eine derartige Einrichtung obligatorisch eingeführt sein.[1])

Gerade für Fahrstühle ist eine gegen Einwirkung durch Feuer gesicherte Lage auch aus dem Grunde ratsam, weil dieselben im Brandfalle zum Transport von Löschmaterial (Schläuchen u. s. w.) in die oberen Stockwerke verwendet werden können.

[1]) Vergl. Ratschläge für die Verminderung der Feuersgefahr in der Anlage und beim Betriebe der Getreide-, Loh-, Öl- und Schneidemühlen und ähnlicher Gewerbe. Herausgegeben von der Land-Feuer-Societät des Herzogthums Sachsen u. s. w., 2. Aufl., S. 8. Merseburg 1889.

Erhalten die Schachte und Schlote der vorstehend besprochenen Art Öffnungen innerhalb des Dachraumes, so müssen diese mit feuer- und rauchsicher schliessenden Thüren versehen werden.

b. Thüren, Thore und Luken.

Die in den Wänden angebrachten, zur Vermittelung des Verkehrs bestimmten Öffnungen werden Thüren genannt, grössere Öffnungen werden als Thore bezeichnet.

Die Thür- und Thoröffnungen werden mit drehbaren oder zum Schieben eingerichteten Flügeln verschlossen gehalten, welche gewöhnlich aus Holz oder aus Eisen hergestellt werden. Je nachdem die Öffnungen einen oder zwei Flügel erhalten, unterscheidet man einflügelige (gewöhnliche) oder zweiflügelige Thüren und Thore.

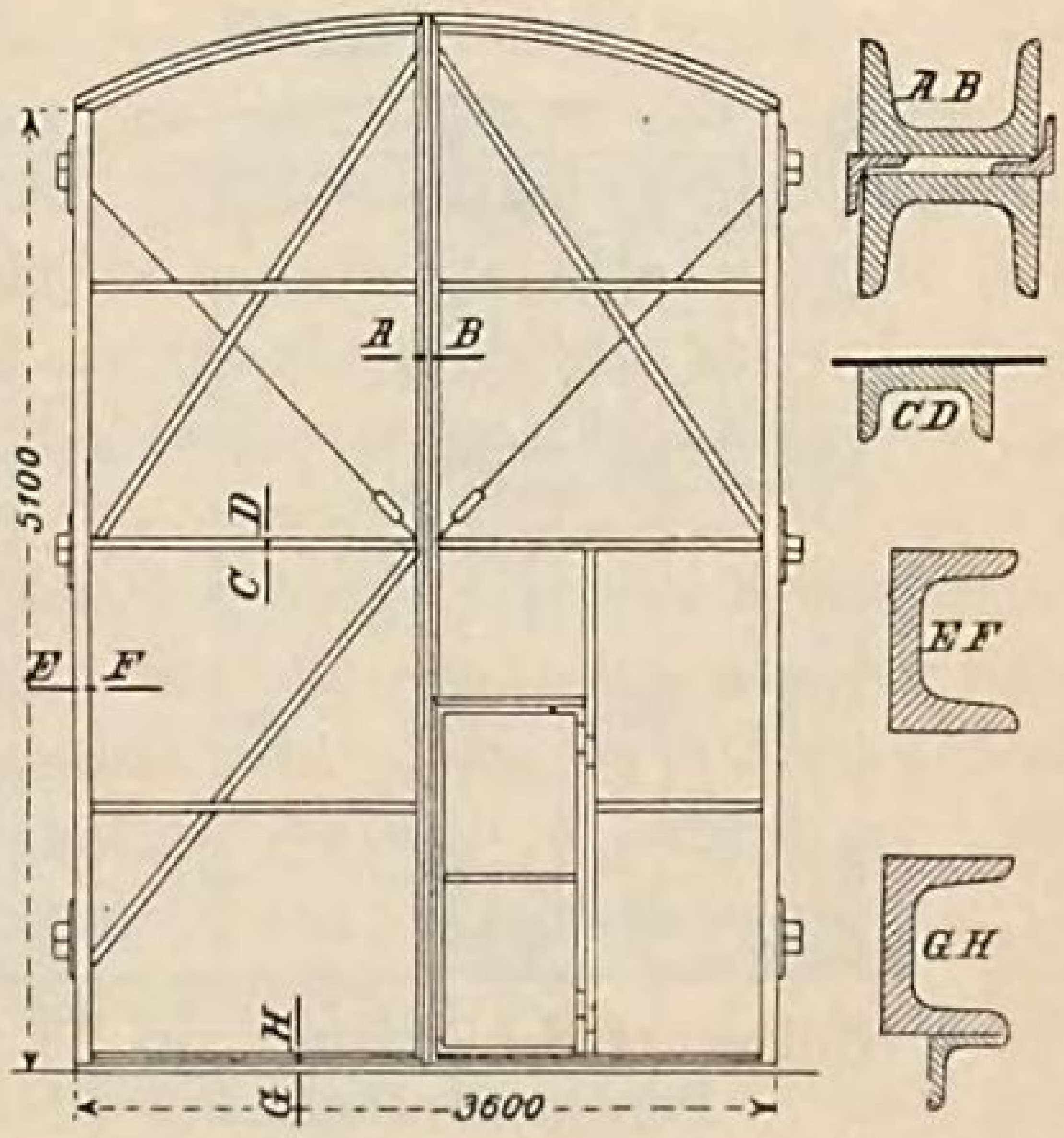
Gewöhnliche Thüren erhalten eine Breite von mindestens 1 m und eine Höhe von 2 m. Zweiflügelige Thüren, welche insbesondere an solchen Stellen angewendet werden, wo neben dem Personenverkehr auch ein Transport grösserer Gegenstände stattfindet, erhalten eine geringste Breite von 1,70 m, so dass jeder Flügel eine lichte Weite von 0,85 m darbietet.

Die drehbaren Thüren bewegen sich in der Regel in Scharnieren, deren Dorne an den Thürpfosten befestigt sind. Eiserne Thüren sollen immer nur auf einem Dorngehänge laufen; die übrigen Bänder dürfen nur Halsbänder sein, welche einer Verschiebung in keiner Richtung entgegenwirken. Drehthüren in Flügelbreite von 1,5 m und darüber ausgeführt, lässt man am freien Ende wohl auf eiserner Kreisrollbahn laufen, wobei die Thür erheblich leichter, als sonst nötig, konstruiert werden kann.

Thore erhalten eine Breitenabmessung von 2,5 bis 4 m. Die Bewegung erfolgt in der Regel auf einem unteren Dorn, der in einer Eisenplatte auf einem Werkstück befestigt ist, an der oberen Seite wird der Thorflügel durch ein Halsband gehalten, das in der Mauer verankert sein muss.

Ebenso wie bei Drehthoren aus Holz hat auch bei eisernen Drehthoren die Anbringung einer kleinen Thür im Thor für die Konstruktion ihr Missliches, weil dabei eine Unterbrechung der durchgehenden grösseren Verbandstücke nicht

Fig. 56.



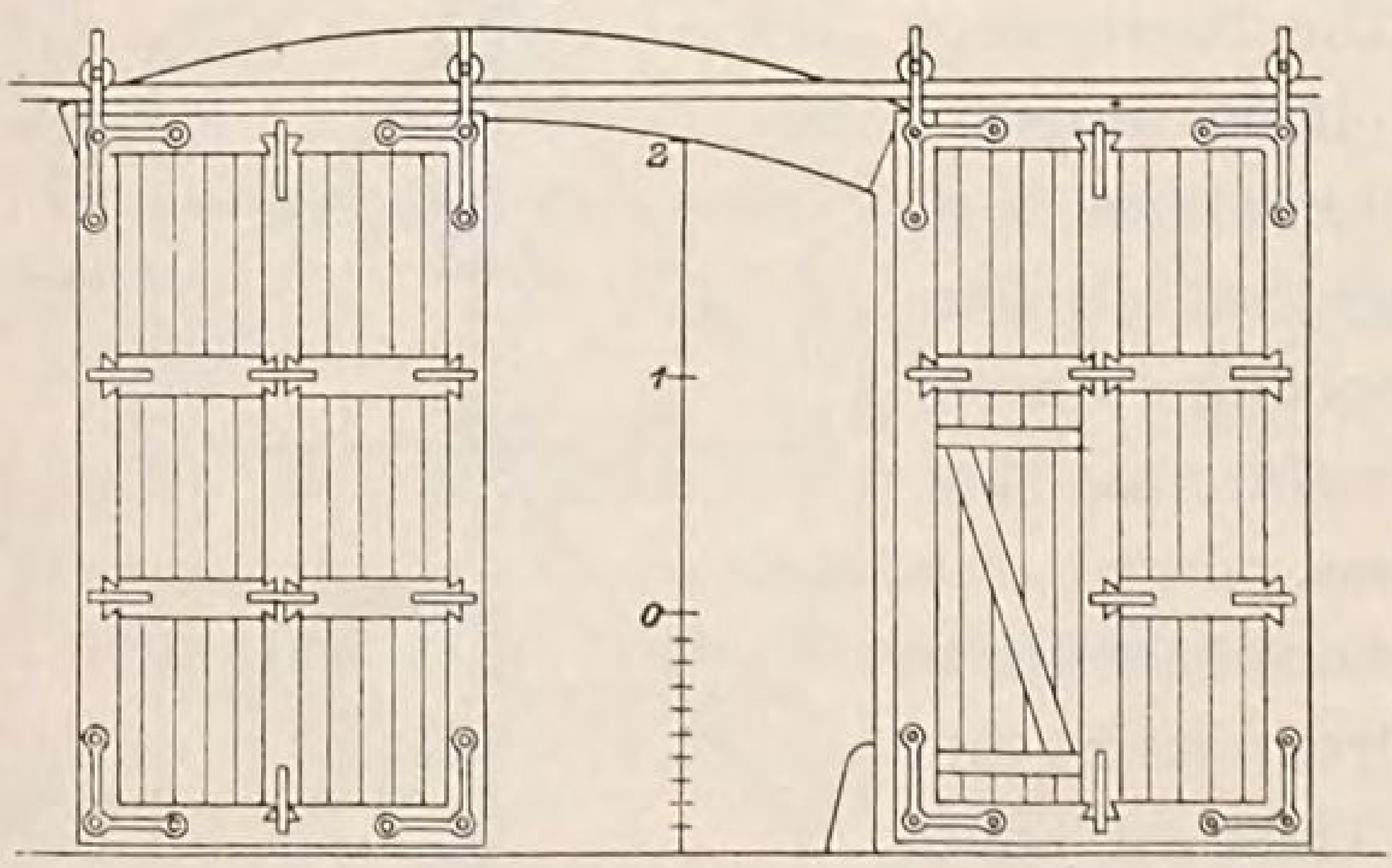
Eisernes zweiflügeliges Drehthor mit Thür für Personenverkehr.

zu vermeiden ist. Fig. 56 giebt die Skizze eines grösseren, gut konstruierten zweiflügeligen eisernen Drehthores[1]) von 3,6 m Weite und 19,5 qm Gesamtfläche mit den Einzelheiten wieder. Das Thor hat ein Gesamtgewicht von 762 kg, d. i. 39 kg für 1 qm Fläche.

Schiebethüren und Schiebethore lassen sich mit geringerem Gewichtsaufwand als Drehthore von gleicher Weite konstruieren; der Hauptvorteil, den sie gewähren, besteht indessen in dem geringen Raumerfordernis für die Bewegung. Zum Teil werden aber diese Vorzüge durch die teuere Konstruktion der eisernen Laufbahn mit Zubehör, sowie das Erfordernis einer Führung auf der unteren Thür- bezw. Thorseite wieder aufgehoben. Ein besonderer Mangel dieser Thüren und Thore besteht darin, dass die Verschlussvorrichtungen leicht in Unordnung geraten und unbrauchbar werden, wenn die Ausführung und Unterhaltung keine sorgfältige ist. Auch ist der Abschluss an den Rändern der Thüröffnung kein so vollkommener wie bei drehbaren Flügeln, was namentlich dann von Wichtigkeit ist, wenn der Übertritt übler Dämpfe und Gase von dem einen zum anderen Raum verhindert werden oder wenn die betreffende Thür Feuersicherheit gewähren soll.

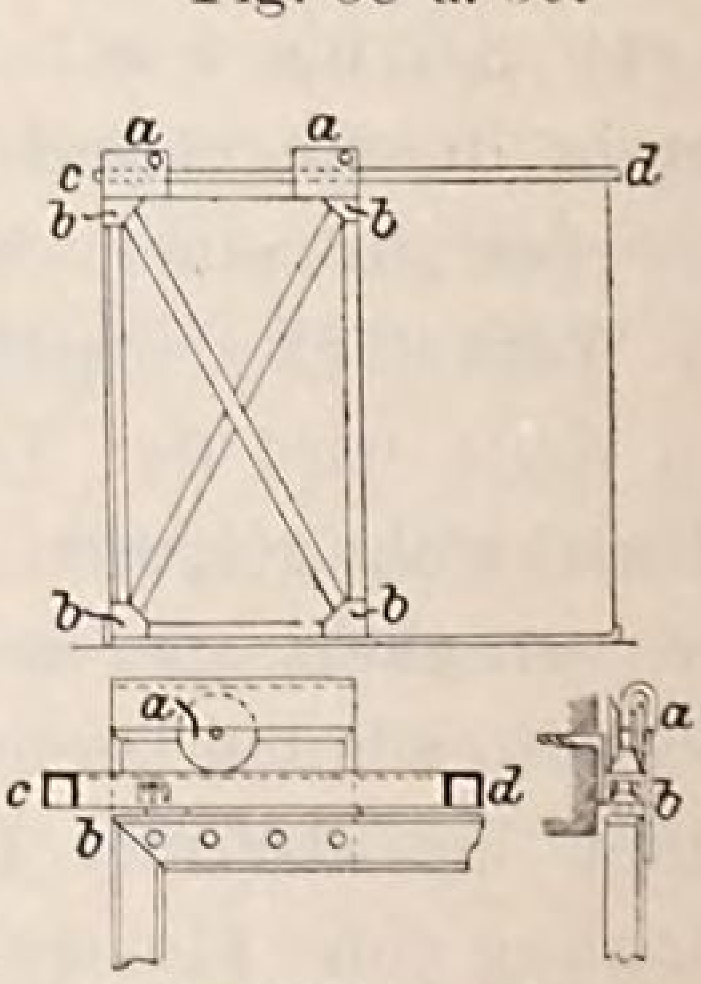
Die Konstruktion hölzerner Schiebethore zeigt Fig. 57. Da die auf der oberhalb des Thores befindlichen Leitschiene laufenden Thürrollen in einer Zapfenführung gehen, so ist bei der Bewegung der an und für sich schweren Thüren eine nicht unerhebliche Zapfenreibung zu überwinden. Bei mangelhafter Ausführung und Unterhaltung solcher Thore ist die leichte Beweglichkeit somit oft in Frage gestellt. Um diesen Übelstand zu beseitigen, hat man neuerdings verbesserte Rollenbeschläge eingeführt, die in verschiedener Weise das Prinzip verfolgen, die Zapfenreibung durch rollende Reibung zu ersetzen.

Fig. 57.



Hölzernes Schiebethor mit Thür für Personenverkehr.

Fig. 58 u. 59.



Mädler's Sicherheits-Schiebethürbeschlag.

[1]) Baukunde des Architekten 1. Bd., 1. Teil, S. 378. Berlin 1893.

In Fig. 58 u. 59 ist der Mädler'sche Sicherheits-Schiebethürbeschlag (D.R.P. 60075)[1]) zur Anschauung gebracht. Dieser Beschlag soll neben dem Zweck der Vermeidung der Zapfenreibung noch den Vorteil bieten, die seitliche Reibung der Thür an den Leitschienen zu vermindern, was durch horizontale Führungsrollen erreicht wird. Die Thürrollen ruhen bei dieser Anordnung lose auf der Leitschiene c—d, und die Thür lastet durch Hängeeisen a—b frei auf den Achsen der Rollen. Der Umfang der Rollen beträgt 20 cm, der Umfang an der Achse nur 4 cm. Läuft demnach die äussere Peripherie der Rolle bei einmaliger Umdrehung 20 cm weit auf der Schiene c—d, so beschreibt in gleicher Zeit die Rollenachse an dem Hängeeisen a—b nur einen Weg von 4 cm. Zum Zweck der seitlichen Führung sind an Stelle der sonst üblichen Leitstifte, welche den Nachteil erheblicher Reibung mit sich bringen, horizontale Rollen getreten. Letztere, in U-Eisen laufend, werden selbst bei einem auf die Thür wirkenden starken Druck ein Festklemmen verhüten und gestatten ein äusserst leichtes und sicheres Öffnen und Schliessen der Schiebethür. Da bei einem solchen Beschlag Zapfenreibung nicht auftritt, so ist eine Schmierung der Rollen nicht erforderlich.

Wenn Thüren bei Bränden wirksame Verschlüsse zwischen zwei Räumen bilden sollen, so müssen dieselben im geschlossenen Zustande überall dicht schliessen und muss das Material, aus welchem sie hergestellt sind, unverbrennbar sein. In erster Linie kommt als Material Eisen in Betracht; da jedoch Eisen in hoher Wärme sich leicht krümmt und wirft, so dass Thüren aus diesem Material unter der Einwirkung der Hitze sehr bald den dichten Schluss verlieren, so sind solche Thüren mit einem die Wärme schlecht leitenden, unverbrennlichen Material, z. B. mit Rabitzmasse, zu verkleiden, damit die Feuersicherheit erreicht und bei etwaiger Erwärmung ein Festklemmen im Anschlagfalz verhütet wird. Besser als eiserne Thüren sind hinsichtlich der Feuersicherheit hölzerne Thüren, welche auf beiden Seiten mit Eisenblech beschlagen sind. Das Holz kommt zwar an der dem Feuer zugekehrten Seite zur Verkohlung, kann aber wegen der mangelnden Luftzuführung nicht brennen.

Meunier[2]) verlangt, dass eine Thür, welche bei Bränden einen wirksamen Verschluss bilden soll und für welche Feuerversicherungs-Gesellschaften das Gebäude, in welchem sich dieselbe befindet, mit einer geringeren Prämie belasten können, folgenden Anforderungen entspricht: „Es muss: 1. die Wand, in welcher sie angebracht ist, eine durchgehende, in allen ihren Teilen gleichmässig aus unverbrennlichem Material errichtete Mauer sein; 2. darf diese Mauer nicht von Balken durchschnitten werden; 3. darf keine Gemeinsamkeit oder Verbindung zwischen den Fussböden (Dielen) der an einander stossenden Gebäude bestehen; 4. muss die Thür von Eisen oder von beiden Seiten und ganz und gar mit neuem Eisenblech beschlagen sein und von aussen wie von innen verschlossen werden können; 5. muss sie vollkommen und so zu sagen dicht bis zur Reibung in Schwelle und Rahmen passen; 6. endlich, ein sehr wesentlicher Punkt, müssen Schwelle und Gesims, Pfosten und Sturz entweder aus unverbrennlichem Material bestehen oder ebenfalls vollständig mit Eisenblech beschlagen sein."

[1]) Bruno Mädler, Berlin SO., Köpenickerstr. 112.

[2]) L. Meunier, Die Brandursachen in den Fabriken. Deutsch von Dr. A. F. Elsner. 2. Aufl., S. 58. Berlin 1877.

Hinsichtlich der Zulässigkeit zweiflügeliger Thüren in brandsicheren Zwischenwänden sagt derselbe Autor: „Zweiflügelige Thüren erscheinen mir nicht zulässig; die eiserne oder eisenbeschlagene Thür in der Scheidemauer ist nur eine Ausnahme und setzt nur einen engen, leicht zu versperrenden Raum voraus; anders ist es mit grossen Öffnungen, die zweiflügelige Thüren notwendig machen. In der Praxis sind diese Thüren niemals geschlossen oder wenigstens nie vollständig geschlossen."

Bei der Anlage von Thüren ist in Bezug auf Unfallverhütung als wichtigste Maassregel diejenige zu bezeichnen, dass alle Thüren in Werkstattsräumen und Fabriksälen nach aussen aufschlagend und selbstthätig schliessend hergestellt werden. Mit der Bezeichnung „nach aussen" ist selbstverständlich die Richtung nach den Ausgängen gemeint, es müssen also hauptsächlich die Thüren, welche von den Arbeitssälen nach den Treppen und von diesen nach den Ausgängen führen, stets nach aussen sich öffnen, damit ein ungehindertes Entweichen der in den Räumen anwesenden Personen bei Unglücksfällen möglich ist.

Die selbstthätige Schliessung der Thüren wird durch sogenannte Thürschliesser oder Thürzuwerfer bewirkt. Es sind dieses Apparate, welche unter Anwendung von Federn, von Luftbuffern oder von Schnüren mit Fallgewichten, die geöffneten Thürflügel in die geschlossene Lage zurückziehen. Obwohl die Thürschliesser mit Schnüren und Fallgewichten wegen der Einfachheit ihrer Konstruktion den Vorzug zu verdienen scheinen, haben sie dennoch Nachteile, welche sie für manche Zwecke nicht anwendbar erscheinen lassen. Wenn beispielsweise durch die Thüren grosse Ballen zu transportieren sind, so können die Schnüre hinderlich werden,[1]) auch hat eine solche Einrichtung den anderen Thürschliessern gegenüber den Nachteil, dass sie das geräuschvolle und schnelle Zuschlagen der Thüren nicht verhindern kann. Bekannt sind die neueren Konstruktionen, die wie u. a. der Mädler'sche Universalschliesser (D. R. P. 51454) das selbstthätige Schliessen durch Luftdruck bewirken. Die Einrichtungen derartiger Apparate[2]) sind neuerdings so vervollkommnet, dass sie unbedenklich zu empfehlen sind.

Um die Unfallgefahr zu beseitigen, welche dadurch erwachsen kann, dass eine von zwei Personen, welche nahezu gleichzeitig von verschiedenen Seiten die Thür benutzen wollen, verletzt wird, indem dieselbe von dem aufschlagenden Thürflügel gestossen wird, ist es zweckmässig, dass die Thüren, namentlich im Innern der Gebäude, in etwa 1,5 m Höhe durchbrochen und mit einer Glasscheibe versehen werden, damit jeder, der sich der Thür nähert, das Herankommen einer Person von der entgegen-

[1]) Vergl. Jahresberichte 1889, S. 176.

[2]) Ähnliche Thürschliesser liefern Schubert & Werth, Berlin C, Prenzlauerstr. 4.

gesetzten Seite wahrnehmen kann. Die Firma Hildesheimer Sparherdfabrik A. Senking in Hildesheim hat in ihrem Fabrikgebäude aus Anlass mehrfacher Verletzungen die Thüren in dieser Weise mit durchsichtigen Flächen versehen, eine Einrichtung, die sich gut bewährt hat.

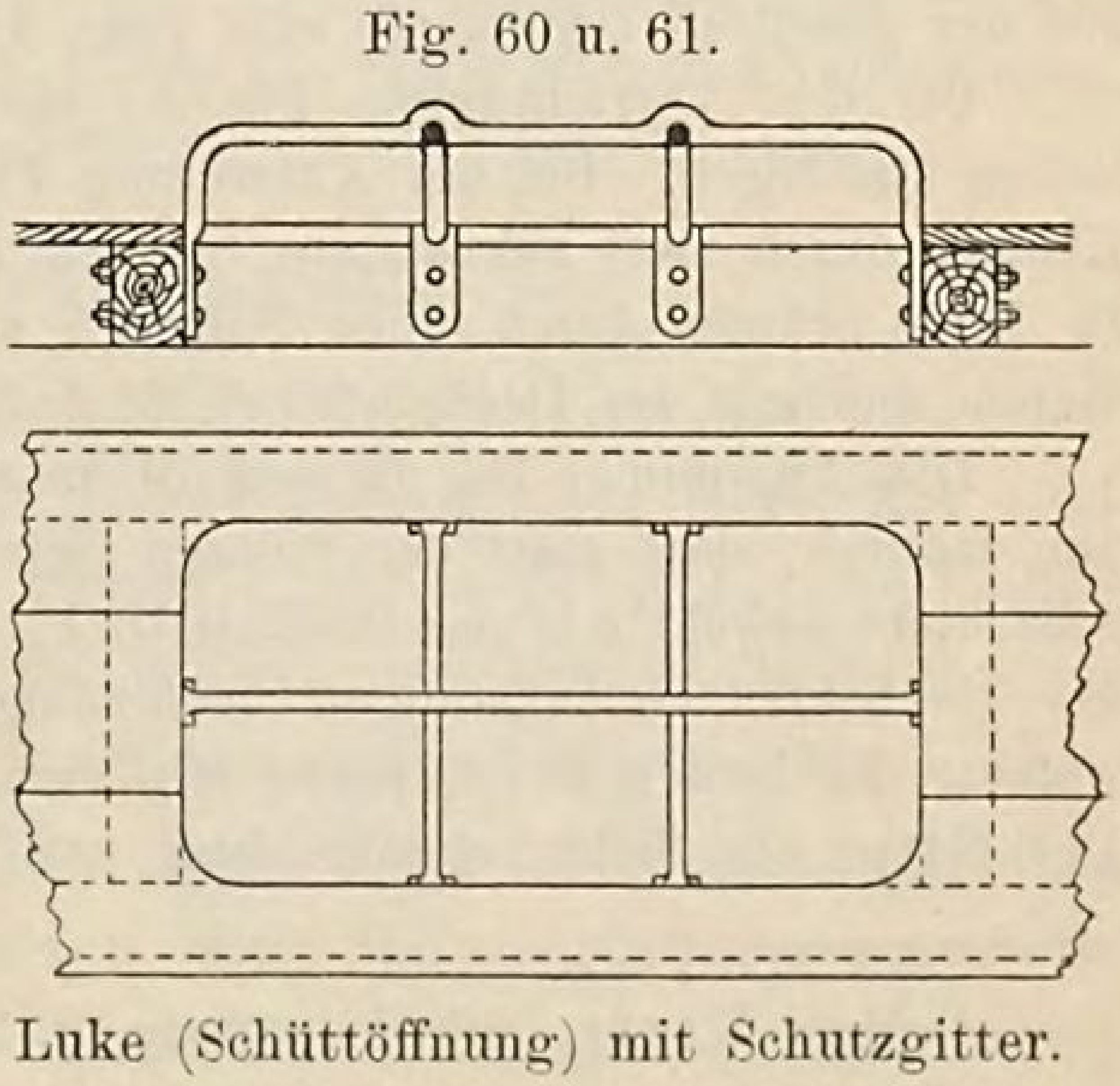
Luken nennt man Öffnungen, die keinen eigentlichen Durchgang bilden sollen, oder die in Decken oder in Dächern liegen und vorwiegend für den Transport von Materialien dienen. Die Luken werden in einfachster Weise wie die Bretterthüren hergestellt. Liegen sie wagerecht, so sind sie entweder als Hebeluken oder als Fallluken angeordnet. In letzterem Falle haben die Lukendeckel eingeschobene Leisten, welche an der Unterseite vortreten, so dass die Oberseite mit dem Fussboden eine Ebene bildet.

Die Luken bedingen eine erhebliche Unfallgefahr, insbesondere geben sie Anlass zum Absturz von Personen. Ihre Anbringung sollte daher, wenn irgend möglich vermieden werden. Die Schutzvorrichtungen, die man zur Verhütung von Unfällen anbringen kann, sind nicht von idealer Vollkommenheit, namentlich sind sie bei den Luken, welche für Förderzwecke dienen, bei den Arbeitsverrichtungen hinderlich und werden infolgedessen zeitweise und schliesslich gänzlich beseitigt. Für das, was hinsichtlich der Unfallverhütung gethan werden kann, mag hier als Anhalt die Mitteilung der Vorschriften genügen, welche die Brauerei- und Mälzerei-Berufsgenossenschaft in dieser Beziehung für die Betriebsunternehmer gegeben hat:

„Luken, welche in Vertiefungen, ins Freie oder in Schächte führen, müssen mit einer Sicherheitsabsperrvorrichtung (Sperrstangen oder Sperrketten) versehen sein, welche nicht vollständig entfernt werden kann.

Ausserdem sind Warnungstafeln mit Aufschriften wie „Vorsicht“, „Kein Ausgang“ u. dergl., sowie an einer Seite der Öffnung zur Sicherheit des Arbeiters ein fester eiserner Handgriff anzubringen.“

Fig. 60 u. 61.



Luke (Schüttöffnung) mit Schutzgitter.

Die in Decken liegenden Luken, welche für Förderzwecke dienen, d. s. sogenannte Schüttöffnungen, sind besonders gefährlich, weil die beweglichen Lukendeckel während des Betriebes in der Regel beseitigt werden und weil auch ausserdem oftmals unterlassen wird, die Luken zu schliessen, nachdem sie gebraucht sind. Erreichen diese Luken eine solche Grösse, dass Menschen durch dieselben abstürzen können, so ist es

dringend erforderlich, sie, etwa wie in Fig. 60 und 61 dargestellt ist, durch kräftige Eisenstäbe zu vergittern. In den Fällen, wo stückförmige oder körnige Materialien (Erze, Kohlen, Getreide, Zucker u. a. m.) durch solche Luken geschüttet werden, ist eine solche Vergitterung bei den Arbeitsverrichtungen durchaus nicht hinderlich.

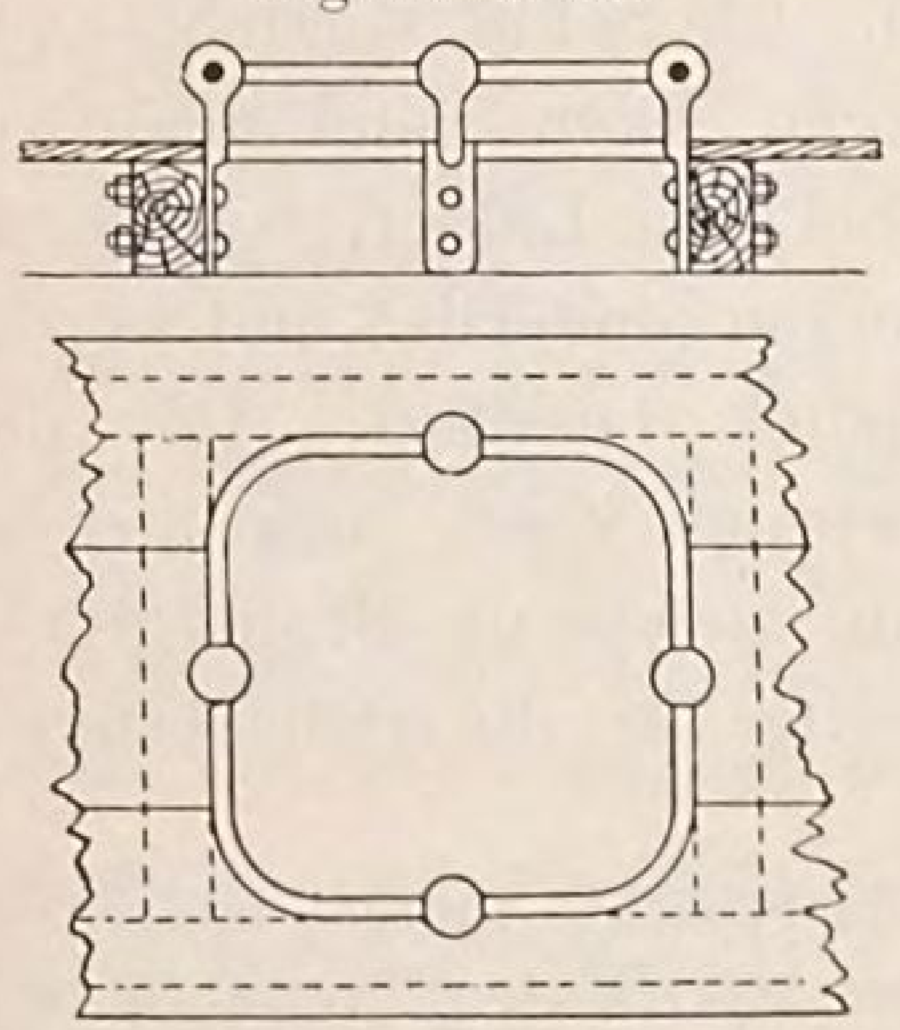
Sind die Luken so klein, dass der Absturz einer Person durch dieselben nicht möglich erscheint, so dürfen sie einer Sicherung dennoch nicht entbehren, weil eine achtlos hineingeratende Person immerhin eine Beschädigung der Füsse und Beine davontragen kann.

Fig. 62.



Luke mit Saumleiste.

Fig. 63 u. 64.



Luke mit eisernem Schutzbügel.

Als Schutzvorrichtung für diese kleinen Luken dient zweckmässig eine etwa 5 cm über den Boden emporragende Saumleiste (Fig. 62), die das Vorhandensein einer Luke leicht kenntlich macht und den ausgleitenden Fuss aufhalten kann. Da diese Saumleisten für das Durchschütten der Materialien den Nachteil haben, dass die neben der Luke liegenden Materialien beim Durchschütten über die Leiste zu heben sind und nicht direkt abstürzen können, so ist eine Umsäumung durch eiserne Bügel in der in Fig. 63 und 64 dargestellten Art vorzuziehen, welche auch den Vorteil bietet, dass die Öffnung leichter rein zu halten ist als bei der Vorrichtung mit Saumleiste.

Für Luken (Bodenöffnungen) mit beweglichen Verschlüssen hat Gewerbeinspektor E. Feyerfeil die in den Figuren 65 bis 72 dargestellten Sicherheitsvorrichtungen angegeben,[1]) welche für manche Zwecke recht zweckmässig erscheinen.

Bei der Vorrichtung Fig. 65 und 66 ist die Deckplatte zweiteilig, und zwar ist jeder Teil a und b um ein Scharnier xx und x_1x_1 drehbar. Nach dem Öffnen werden beide Teile der Deckplatte durch Haken h und h_1 in senkrechter Lage erhalten, und letztere bilden mit der geteilten Deckplatte eine gute Absperrvorrichtung.

Bei den Vorrichtungen Fig. 67 bis 70 sind die Deckplatten einteilig und bestehen aus Blech. Bei der Anordnung Fig. 67 und 68 wird die Deckplatte nach der Hebung durch zwei gekrümmte Stützen t und t_1 in der gezeichneten Lage erhalten. Da beide Stützen durch einen Bolzen b mit einander verbunden sind, so bilden sie mit diesem und mit der Deckplatte einen Sicherheitsabschluss für die Öffnung.

Die Anordnung Fig. 69 und 70 unterscheidet sich von der vorher beschriebenen nur dadurch, dass statt der Stützen Gelenkstangen a b c angewendet sind, die durch Scharniere sowohl mit der Deckplatte P, als auch unter einander verbunden sind. Da das die beiden Gelenkstangen verbindende Scharnier zum Bolzen b_1 ausgebildet ist, welcher die beiden Gelenkpaare mit einander verbindet, so ist nach dem Heben der Deckplatte ein Sicherheitsabschluss um die Öffnung geschaffen, welcher aus P, den

[1]) Max Kraft, Fabrikshygiene, S. 183. Wien 1891.

Gelenkpaaren und dem Bolzen b_1 besteht. Die Steifheit der ganzen Vorrichtung wird durch die Stütze s erzielt.

Der Abschluss einer Bodenöffnung durch bewegliche Gitter, welche aus Holz, Guss- oder Schweisseisen herzustellen sind, ist in den Fig. 71 und 72 zur Darstellung

Fig. 65 u. 66.

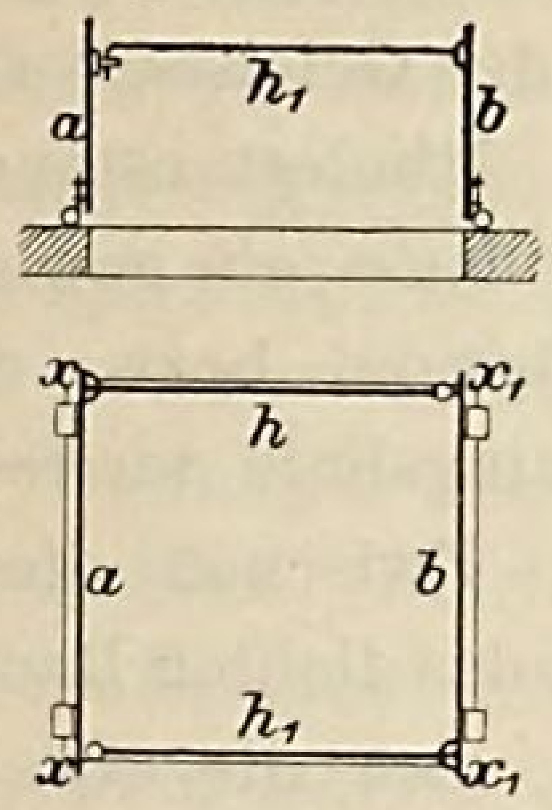


Fig. 69 u. 70.

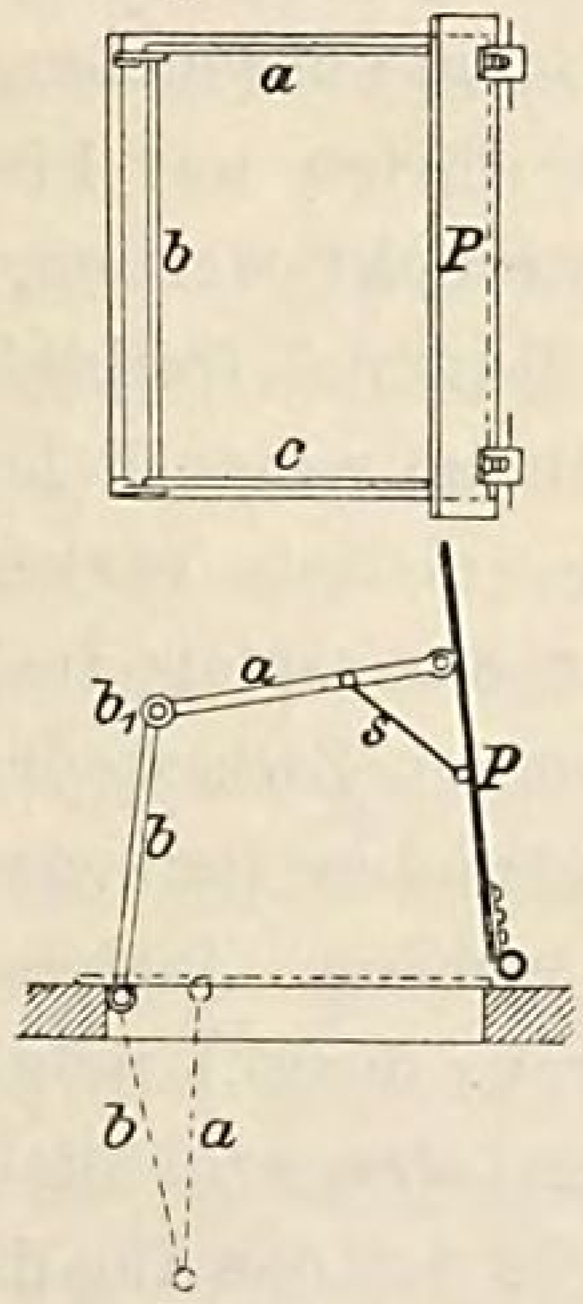


Fig. 67 u. 68.

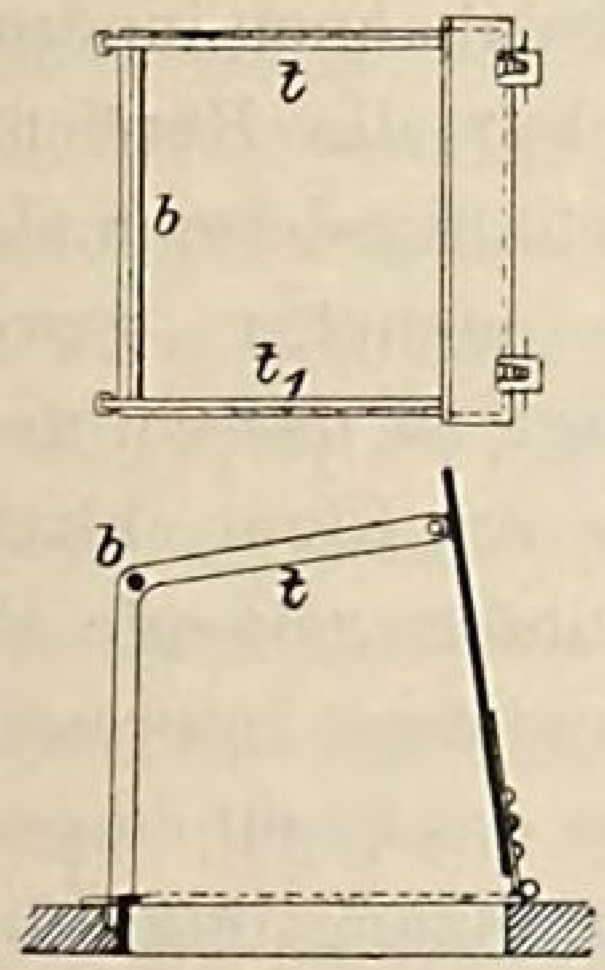
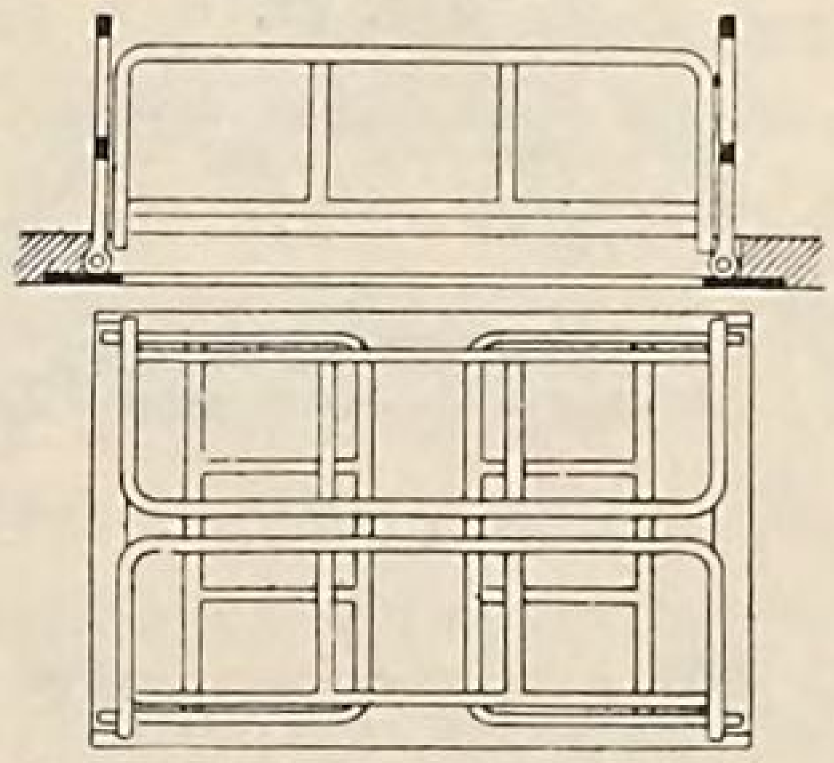


Fig. 71 u. 72.



Luken mit beweglichen Verschlüssen.

gebracht. Jedes Gitter ist um ein Scharnier drehbar und so angeordnet, dass sich das eine Gitterpaar über das andere legt. Geöffnet bilden die vier Gitter eine vollkommene Absperrung; sie werden in dieser Lage durch zwei oder vier Vorreiber erhalten.

c. Gänge und Fahrbahnen.

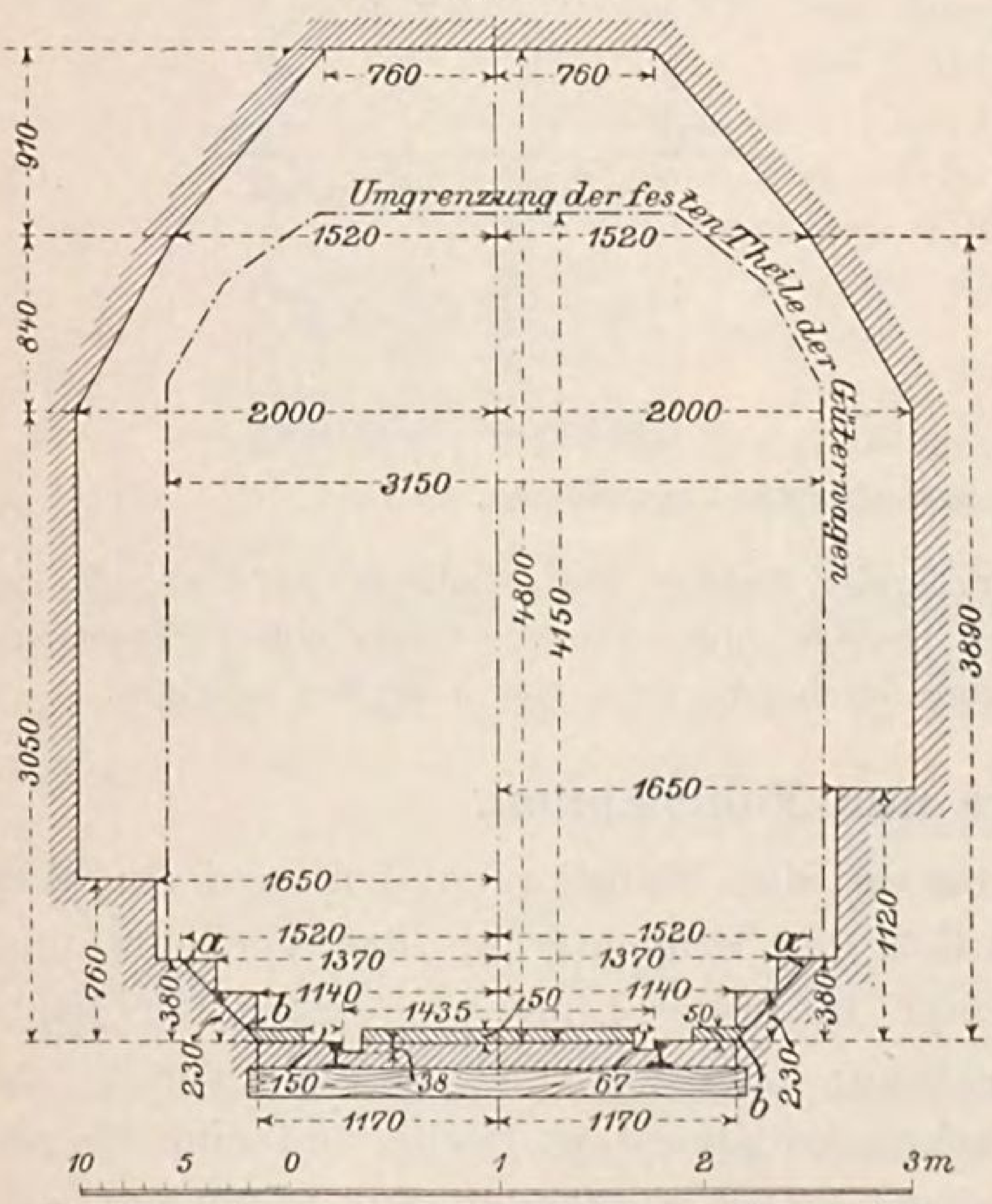
Gänge und Fahrbahnen in den Fabrikgebäuden und in den Fabrikhöfen erfordern hinsichtlich der Erleichterung des Verkehrs und der Beseitigung von Unfallgefahr in erster Linie eine gute, zu jeder Tageszeit ausreichende Beleuchtung; nächstdem ist darauf Bedacht zu nehmen, dass sie eine dem Verkehr angemessene Breite und eine ebene, gut begehbare Oberfläche besitzen. Der Fussboden soll demnach aus einem guten, dem Verkehr entsprechenden Material sorgfältig hergestellt werden, er muss insbesondere frei von Rissen, Löchern und Vorsprüngen

sein. Durchaus tadelnswert ist es, Rohrleitungen oder mangelhaft verdeckte Kanäle über die dem Verkehr der Arbeiter dienenden Wege zu führen.

Auf den mit Geleisen versehenen Fahrbahnen ist neben den Geleisen so viel Platz zu lassen, dass die den Fahrzeugen begegnenden Personen bequem ausweichen können. Die längs des Geleises vorhandenen Gebäudeteile dürfen nur bis zu einem gewissen Mindestabstand an die Geleismitte gerückt werden, d. h. für das Geleis muss ein gewisses Profil des lichten Raumes freibleiben. Der Mindestabstand bezw. das Profil bestimmt sich im wesentlichen nach der Umgrenzungslinie der festen Teile der auf den Geleisen verkehrenden Fahrzeuge. Zwischen dieser Linie und dem für das Geleis frei zu lassenden Profil des lichten Raumes muss ein hinreichender Zwischenraum vorhanden sein, dass die etwa an Fahrzeugen schiebenden Personen bequem hindurchgehen können, ohne gequetscht zu werden. Insbesondere sind einzelne vorspringende Gebäudeteile (Pfeiler u. dergl.) möglichst zu vermeiden, weil erfahrungsmässig solche Stellen eine erhebliche Unfallgefahr bedingen.

In Fig. 73 ist das für die deutschen Haupteisenbahnen innezuhaltende Normalprofil des lichten Raumes dargestellt. Für die Herrichtung der Anschlussgeleise und Ladegeleise mancher gewerblichen Anlage ist das auf der rechten Seite der Figur skizzierte, für Bahnhöfe geltende Profil von besonderem Interesse. Durch die in das Profil eingezeichnete Umgrenzungslinie der festen Teile der Eisenbahngüterwagen wird anschaulich gemacht, dass einzelne Gebäudeteile, welche bis zur Grenzlinie des Raumprofils herantreten, für Personen, welche mit dem Verschieben der Fahrzeuge beschäftigt sind, gefährlich werden müssen, weil zwischen der Umgrenzung des Profils und der festen Teile der Güterwagen im unteren Teil nur ein Spielraum von 7,5 cm, im oberen Teil ein solcher von 42,5 cm bleibt.

Fig. 73.



Für freie Bahn. Für Bahnhöfe.

Normalprofil des leichten Raumes für Haupteisenbahnen.

a—b Abgeschrägtes Profil für Neu- und Umbauten.

Bei allen Geleisen, auf welche die Fahrzeuge der Hauptbahnen gelangen können, sollte jeder Gebäudeteil mindestens 2,100 m von der Geleismitte entfernt bleiben.

Fahrbahnen ohne Geleise, welche meistens nur für Fabrikhöfe in Betracht kommen, erhalten in der Regel eine Stein- oder Holzklotzpflasterung. Sofern die Fahrbahn wegen Beseitigung des Niederschlagswassers gewölbt angeordnet wird, ist zu beachten, dass die Querneigung nicht zu gross genommen werde, da Fuhrwerke, welche quer zur Strasse stehen (z. B. vor den Ladebühnen), durch die starke Neigung veranlasst werden, sich unvermutet abwärts zu bewegen und dabei Menschen, welche sich zufällig zwischen den Fahrzeugen und festen Gebäudeteilen befinden, quetschen können. Eine Querneigung gepflasterter Fahrbahnen von 1 : 18 hat sich schon als gefährlich erwiesen; am besten bleiben die Fahrbahnen vor den Ladebühnen oder an Stellen, wo Fuhrwerke zu halten pflegen, ganz ohne Wölbung.

Überall da, wo Werkzeugmaschinen in grösserer Anzahl aufgestellt sind, finden sich dieselben meistens in Reihen angeordnet, deren Zwischenräume gleichzeitig als Durchgänge für den Verkehr dienen. Es ist eigentlich selbstverständlich, dass alle beweglichen Teile der Arbeitsmaschinen, welche diesen Verkehrswegen zugewendet sind, ganz besonders geschützt sein müssen, damit die Vorübergehenden nicht von ihnen erfasst und verletzt werden. Dies ist aber nicht lediglich durch die Umwehrung der gefährlichen Maschinenteile zu erzielen, vielmehr muss eine ausreichende Breite der Durchgänge hinzukommen.

In dem im Jahre 1880 vom Bundesrat veröffentlichten Entwurf von Vorschriften, betreffend den Schutz gewerblicher Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit,[1]) war unter B, Ziffer 6 die Bestimmung vorgeschlagen: „Die zwischen den Arbeitsmaschinen befindlichen Gänge müssen fest, vollkommen eben und mindestens 1 m breit sein.“

Die österreichischen Fabrikinspektoren haben in einer Konferenz vom 4. November 1889 unter verschiedenen Bedingungen, welche bei Errichtung und Erweiterung gewerblicher Anlagen zu fordern sind, in Bezug auf die Gänge gefordert, dass die Hauptgänge in den Arbeitsräumen in einer Breite von mindestens 1 m und die Quergänge in einer Breite von mindestens 0,6 m frei von jeder Lagerung gehalten werden müssen.[2])

In den von deutschen Berufsgenossenschaften erlassenen Unfallverhütungsvorschriften finden sich über die Gänge und Fahrbahnen nur folgende Bestimmungen, welche sich etwas eingehender mit der Sache befassen und wichtig genug sind, hier wiedergegeben zu werden.

[1]) Vergl. Abschnitt II, S. 147.

[2]) Kraft a. a. O. S. 568.

Die vom Reichs-Versicherungsamt unter dem 25. September 1886 genehmigten Unfallverhütungsvorschriften für die Betriebe der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik geben unter Ziffer I, 29 die Vorschrift: „Die Verkehrswege der Fabrikräume beziehungsweise diejenigen zwischen den einzelnen Maschinen sind auf mindestens 0,60 m Breite einzurichten und stets frei von fremden, nicht zur betreffenden Arbeit gehörenden Gegenständen zu halten, welche den unbehinderten Verkehr stören."

Die vom Reichs-Versicherungsamt unter dem 5. Oktober 1888 genehmigten Unfallverhütungsvorschriften der Leinenberufsgenossenschaft schreiben unter I, § 1 vor: „Alle Verkehrswege müssen da, wo dieselben an Teichen, Wasserläufen, Kanälen, Gruben vorbei oder über dieselben führen, soweit sie die Fabrikanlage berühren, abgedeckt oder durch solide Schutzgeländer eingefriedigt werden, und ist die Instandhaltung der Geländer oder Deckel sorgsam zu überwachen."

d. Galerieen, Podeste, Lauf- und Verbindungsbrücken.

Bei Anlage von Galerieen, Podesten, Lauf- und Verbindungsbrücken sind zunächst Rücksichten auf Feuersicherheit und demnächst auf ausreichende Sicherheit gegen Unfälle zu nehmen.

Die feuersichere Herstellung dieser baulichen Anlagen ist namentlich dann von Wichtigkeit, wenn dieselben ihrer Lage oder ihrem Zwecke nach im Falle eines Brandes Widerstand zu leisten haben oder wenn verhütet werden soll, dass dieselben als Träger des Brandes dienen. Wenn es demnach nicht möglich ist, diese Anlagen ganz massiv herzustellen, sind dieselben zum mindesten aus irgend einem Metall, insbesondere aus Eisen zu konstruieren.

Meunier sagt über die Anlage offener Verbindungsbrücken in dieser Beziehung:[1])

„Die Verbindungsbrücken zwischen Gebäuden, die nicht ungefähr 5 m von einander entfernt und mitunter von einander gegenüberliegenden Fenstern durchbrochen sind, scheinen mir nur unter folgenden Bedingungen geduldet werden zu dürfen: Alle Fenster und Öffnungen, mit Ausnahme der auf die Brücke führenden, werden vermauert, die letzteren werden durch eiserne oder mit Eisenblech beschlagene Thüren geschlossen, und die Träger der Brücke sind von Eisen, nur der Boden darf aus Brettern bestehen, die aber beweglich sind, um im Falle eines Brandes sofort entfernt werden zu können, ohne dass man zur Axt oder Säge greifen muss. Es ist übrigens heutzutage sehr leicht, diese offenen Brücken ganz und gar aus feuersicherem Material herzustellen, was natürlich noch besser ist."

Hinsichtlich der Beseitigung von Unfallgefahr kommt besonders in Betracht, dass die Galerieen, Podeste, Lauf- und Verbindungsbrücken meistens ziemlich hoch liegen und in erster Linie die Möglichkeit des Absturzes von Personen und von transportierten Gegenständen bieten. Zur Beseitigung dieser Gefahr ist es erforderlich, überall an den nicht durch volle Wände geschützten Seiten Schutzgeländer anzubringen. Für die Anbringung dieser Geländer sind die bei den Treppengeländern

[1]) L. Meunier a. a. O. S. 65.

erörterten Gesichtspunkte grösstenteils maassgebend. Hiernach müssen also die einzelnen Traillen so eng gestellt werden, dass durch dieselben ein Absturz von Personen und Sachen nicht stattfinden kann, oder es müssen die Geländer unten dicht über den Fussböden der Galerieen etc. Verkleidungen oder Schutzbretter in einer Höhe von mindestens 30 cm erhalten. Die zuweilen zur Ausführung gebrachten Schutzgeländer, welche lediglich aus einzelnen weitgestellten Pfosten, die oben durch eine Saum- oder Handleiste verbunden sind, bestehen, sind ganz ungenügend und an solchen Stellen, wo Arbeitende denselben den Rücken zukehren müssen, geradezu gefährlicher, als wenn ein solches Geländer überhaupt nicht vorhanden wäre. Ein Arbeiter, der z. B. bei seiner Arbeit eine Höhe abvisiert und dabei in gebückter Stellung, mit dem dunklen Gefühl durch ein Geländer geschützt zu sein, einen Schritt zurückgeht, muss einfach abstürzen, da das Geländer ihn in gebückter Stellung nicht mehr schützen kann, wenn die obere Saumleiste 1 m und höher über dem Fussboden angebracht ist.

Eine Handleiste ist bei den hier in Rede stehenden Anlagen in der Regel nicht notwendig, da ihre Fussböden meistens wagerecht liegen und eine Unterstützung der verkehrenden Personen nicht wie bei den Treppengeländern nötig ist. Da also der Grund, welcher die Höhe der letztgenannten Geländer bestimmt, wegfällt, so empfiehlt es sich, den Schutzgeländern eine Höhe von nicht weniger als 1 m zu geben.

Es mag schliesslich auch bei diesen Geländern darauf hingewiesen werden, dass sie gegen Umkippen und Einbrechen gut gesichert, demnach verankert und gut befestigt sein müssen.

In Betreff des Fussbodenbelags der Galerieen, Podeste und Brücken verweisen wir auf das unter C Gesagte.

Die Beleuchtung muss notwendigerweise zu allen Tagesstunden gesichert sein, namentlich dann, wenn ein lebhafter Verkehr stattfindet.

Galerieen, Podeste und Brücken, welche im Freien liegen, sind zweckmässig zu überdachen und mit leichten Wänden zu umgeben, um die Arbeiter gegen die Unbilden der Witterung, namentlich auch gegen starken Temperaturwechsel zu schützen.

E. Beleuchtung.

a. Tagesbeleuchtung.

Über die Lichtmenge, die einem Raum durch die Fensterflächen zugeführt werden muss, finden sich in der Litteratur noch schwankendere Angaben als über die Grösse des Luftraumes. Als Maassstab findet man

vier Arten von Angaben: 1. solche, die das Verhältnis der Fensterfläche zu dem kubischen Inhalt, 2. solche, die das Verhältnis der Fensterfläche zu der Grundfläche des Raumes, 3. solche, die das Verhältnis zu den Wandflächen zum Ausdruck bringen und 4. solche, welche für jeden beschäftigten Arbeiter ein gewisses Maass der Fensterfläche festsetzen.

Popper[1]) nimmt an, dass zu einer genügenden Tagesbeleuchtung für je 30 cbm Raum 1 qm Fensterfläche gehört. Da dieser Autor für den Kopf 15 cbm Luftraum fordert, so würde demnach auf den einzelnen Arbeiter 0,5 qm Fensterfläche entfallen.

Hirt[2]) hält eine Glasfläche von 0,30 qm für einen Arbeiter für mehr als ausreichend; 0,25 qm dürften nach ihm in gewissen Industriezweigen noch genügen, dagegen seien weniger als 0,2 qm als unzureichend zu untersagen.

Die österreichischen Gewerbeinspektoren haben unter den in einer Konferenz vom 4. November 1889 festgesetzten Bedingungen,[3]) die bei Errichtung und Erweiterung gewerblicher Anlagen erfüllt werden sollen, in betreff der Beleuchtung die folgende aufgenommen: „Die Arbeitsräume müssen unter Einhaltung der nach der Bauordnung vorgeschriebenen Minimalhöhe derart beschaffen sein, dass auf jede darin beschäftigte Person mindestens 10 cbm Luftraum, 0,15 qm Fensterfläche und 2 qm Bodenfläche entfallen.“ Hiernach würde das Verhältnis zwischen Fensterfläche und Bodenfläche nur etwa $1 : 13^1/_3$ betragen.

Andere berechnen die Lichtmenge nach dem Verhältnis der Wand zur Fensterfläche. Man nimmt in dieser Richtung an, dass ein Drittel der Wandfläche auf die Fensterfläche entfallen müsse.[4]) Es ist aber auch schon weniger für ausreichend gehalten, so berichtet der Gewerbeaufsichstbeamte für den sächsischen Inspektionsbezirk Löbau, Fabrikinspektor Haake,[5]) dass, während sonst 1 qm Fensterfläche auf 5 qm Wandfläche für hinreichend angesehen wurde, in neueren Anlagen schon auf 3,5 qm Wandfläche 1 qm Fensterfläche entfalle.

Schülke[6]) ist der Ansicht, dass Schulzimmer von höchstens 7 m Tiefe bei einseitiger Beleuchtung Licht genug erhalten, wenn die Glasfläche zur Grundfläche sich mindestens wie 1:5 verhält und wenn die Fenster möglichst nahe unter die Decke reichen und die Fensterpfeiler möglichst schmal und nach innen abgeschrägt sind. Im Anschluss hieran bemerkt dieser Autor: „Eine noch grössere Lichtmenge, als für Schulen angegeben, brauchen die Werkstätten der Zeichner, Kupferstecher u. s. w., namentlich auch der Setzer, überhaupt aller Arbeiter, welche hauptsächlich die Augen anzustrengen haben, endlich die grossen Fabriksäle der Spinnereien, Webereien, Maschinenbauanstalten u. s. w. Dieses Licht muss ein gleichmässiges und ruhiges sein, es ist deshalb am besten von Norden her zu nehmen und womöglich von oben einfallend anzuordnen.“

Schon die Verschiedenheit der Forderungen beweist, dass die Tagesbeleuchtung der Räume, welche in ihrer ganzen Ausdehnung Arbeitsplätze

[1]) Popper a. a. O. S. 121.

[2]) Hirt, Arbeiterhygiene, in Eulenberg's Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens, Band 1, S. 148. Berlin 1881.

[3]) M. Kraft, Fabrikshygiene, S. 568. Wien 1891.

[4]) Villaret, Bericht über die Allgem. deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens, III. Bd., S. 260. Breslau 1886.

[5]) Jahresberichte 1883, S. 486.

[6]) H. Schülke, Gesunde Wohnungen. Berlin 1880.

bieten sollen, noch eine ungelöste Frage bildet. Die von den verschiedenen Autoren gestellten Anforderungen ermangeln ausserdem zumeist der experimentellen Begründung. Die vorstehend angegebenen Maasszahlen müssen daher als unzulänglich bezeichnet werden, und bei ihrer Benutzung ist Vorsicht geboten. Wie wenig dieselben allgemein verwertbar sind, geht schon daraus hervor, dass in der Regel kein Unterschied zwischen gewöhnlichen Seitenfenstern und Oberlichtfenstern, zwischen senkrechten und geneigten Glasflächen gemacht ist. Ferner wird nicht unterschieden, ob gewöhnliches Fensterglas oder eine andere Sorte Glas in Anwendung kommen soll, alles Punkte, die von wesentlicher Bedeutung sind. Was den zuletzt erwähnten Umstand anlangt, so ist zu beachten, dass der Verlust, den senkrecht einfallendes Licht beim Durchgang durch Glas erleidet, beträgt

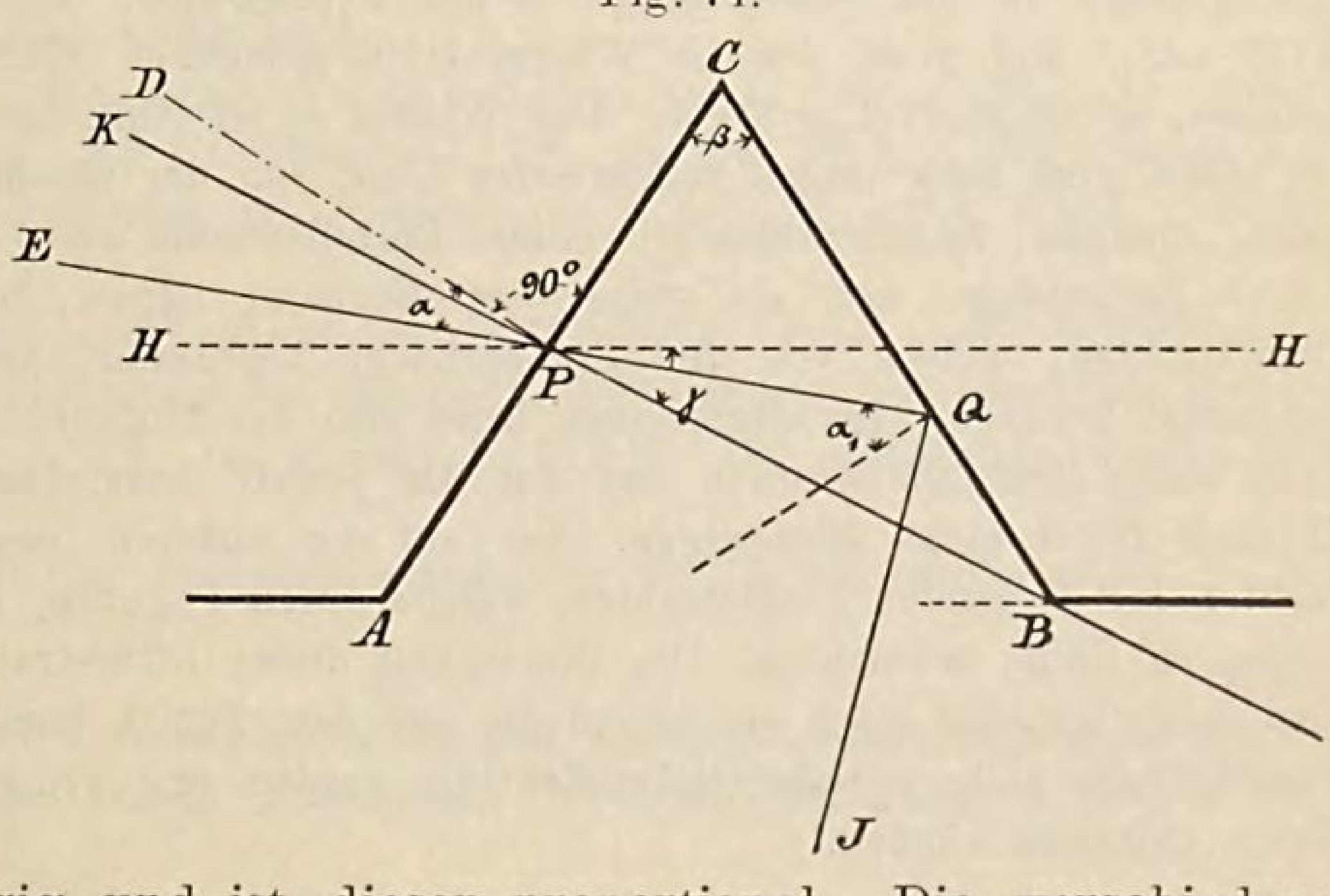
für einfaches Fensterglas	4 %
„ doppeltes und Glockenglas . . .	9—13 %
„ Spiegelglas, 8 mm dick	6—10 %
„ matt geschliffenes Glas	30—66 %
„ grünes und rotes Glas	80—90 %
„ orangefarbiges Glas	34 %
„ Milch- (Opal-) Glas	35—75 %

Glas von der Art, wie es zu Oberlichtfenstern gewöhnlich angewendet wird, verursacht bis über 30 % Lichtverlust; wenn dasselbe mit Staub oder russigem Anschlag bedeckt ist, sogar 70—85 %.[1])

Der Verlust, welcher beim Durchgang von Lichtstrahlen durch Glasflächen entsteht, hat seinen Grund darin, dass die Lichtstrahlen zum Teil absorbiert, zum Teil reflektiert werden. Die Menge der reflektierten Lichtstrahlen beträgt bei gewöhnlichem Glase (vergl. Fig. 74) bei einem Einfallswinkel von

$\alpha = 0^0$. . .	4 %
$\alpha = 50^0$. . .	6 %
$\alpha = 70^0$. . .	16 %
$\alpha = 80^0$. . .	39 %
$\alpha = 85^0$. . .	67 %

Fig. 74.



Die Absorption ist für dieselbe Glassorte von der Dicke der Glaswand abhängig und ist dieser proportional. Die verschiedene

[1]) Baukunde des Architekten, 1. Bd., S. 746. Berlin 1891.

Färbung der gewöhnlichen Glassorten hat auf die Absorption der Lichtstrahlen einen verschiedenen Einfluss. Zur Erzielung einer guten Beleuchtung ist die Anwendung von entfärbtem Glase erforderlich.

Nicht minder wichtig als die Unterscheidung der Glasarten ist die Unterscheidung, ob Oberlicht oder Seitenlicht. Die Fenster mit Seitenlicht werden zwar in der Regel durch Nachbargebäude ungünstig beeinflusst, wenn sie jedoch frei liegen und nicht durch benachbarte Gegenstände beschattet werden, so werden sämtliche Lichtstrahlen, welche einen Punkt der Fensteroberfläche treffen, in das Innere des Raumes eintreten, soweit dieselben nicht an der Oberfläche der Fensterfläche reflektiert oder durch das Glas absorbiert werden. Bei Oberlichtfenstern ist zwar eine wesentliche Beeinträchtigung durch benachbarte Gebäude u. s. w. ausgeschlossen, allein die Lichtstrahlen, die auf die Fensterflächen fallen, gehen mehr oder weniger durch Beleuchtung von Dachflächen oder durch Wiederaustritt durch benachbarte Glasflächen verloren. Auch die verschiedenartige Anordnung der Oberlichter (Laternen in Satteldächern, Oberlichtfenster in Sheddächern, Fenster in Boileau- [Poppe'schen] Dächern u. a.) und die verschiedene Neigung der Glasflächen ist für die Bemessung der Lichtflächen von wesentlicher Bedeutung.

Um beispielsweise den Nachweis zu erbringen, dass in einem Oberlichtfenster die beiden geneigten Glasflächen, deren Schnitte AC und CB sind (Fig. 74), eine bessere Beleuchtung für den unterliegenden Arbeitsraum herbeiführen als die dieselbe Lichtöffnung überspannende horizontale Glasfläche der Schnittfläche AB, sei folgende Betrachtung angestellt. In der Figur bezeichne HH eine Horizontale im Punkte P. Ferner sei DP eine Senkrechte in P und EP ein beliebiger in P einfallender Lichtstrahl, der mit dem Lote DP einen Winkel (Einfallswinkel) α einschliesst. Der Lichtstrahl EP geht parallel durch die Glasfläche und trifft die innere Fläche der Glasscheibe CB unter einem Einfallswinkel α_1 im Punkte Q, wird dort zum Teil reflektiert und gelangt in der Richtung QJ in den Arbeitsraum. Bezeichnet man den Winkel ACB mit β und giebt den im Winkel DPC gelegenen Einfallswinkeln das negative Zeichen, so ist stets $\alpha_1 = \beta - \alpha$. Der Winkel α_1 ist Null, wenn $\alpha = \beta$. Bis zu diesem Grenzfall wird noch immer reflektiertes Licht von der Glasfläche CB in den Arbeitsraum gelangen. Lichtstrahlen mit einem Einfallswinkel $\alpha = \beta$ haben jedoch keine praktische Bedeutung, weil sie unter dem Horizont liegen, oder besser gesagt, weil Lichtstrahlen, welche von der Erdoberfläche herrühren, keine ins Gewicht fallende Intensität besitzen. Im allgemeinen kann also der Einfallswinkel der für die Beleuchtung wertvollen Lichtstrahlen auf der als positiv bezeichneten Seite die Grösse des Winkels DPH nicht übersteigen. Die auf der anderen (negativen) Seite der Senkrechten DP liegenden Lichtstrahlen, welche durch P gehen, werden direkt den unterliegenden Raum beleuchten. Die Wertigkeit dieser Lichtstrahlen nimmt mit wachsendem Einfallswinkel rasch ab, indem die aus dem Zenith kommenden Strahlen von der Fensterfläche nicht unbedeutend reflektiert werden und grösstenteils gar nicht in den Raum gelangen können.[1])

[1]) Vergl. die auf S. 247 gegebenen Werte für den Verlust durch Reflexion.

Von den im Punkte P einfallenden Lichtstrahlen werden diejenigen, welche im Winkel HPK $=\gamma$ liegen, an der inneren Seite der Glasfläche CB durch Reflexion nutzbar gemacht. Der Winkel γ, und damit die Summe der an CB reflektierten Lichtstrahlen, ist veränderlich, je nachdem P näher an A oder an C liegt; er wird von $\gamma=0$ bis $\gamma=90^0-\frac{\beta}{2}$ wachsen. Die direkt einfallenden Lichtstrahlen werden umgekehrt wachsen, mithin an Intensität zunehmen, je näher P nach A rückt.

Man ersieht, dass durch die beiden Glasflächen AC und BC eine ziemlich gleichmässig verteilte Beleuchtung des Raumes erzielt wird, indem die Teile, welche unmittelbar unter dem Fenster liegen, hauptsächlich durch reflektiertes Licht, die seitlich liegenden Teile dagegen durch direktes Licht getroffen werden.

Für den Fall, dass $\beta=180^0$ ist, d. h. die beiden geneigten Glasflächen in die horizontal liegende Glasfläche AB übergehen, wird der Winkel γ in jedem Punkte gleich Null. Es wird also kein Licht durch Reflexion in den Raum gelangen können, es wird vielmehr nur direktes Licht eintreten. Aber auch letzteres wird bei der horizontalen Glasfläche nicht so gross sein als bei den geneigten Flächen AC und CB, weil für den grösseren Teil der Tageszeit der Einfallswinkel α für die geneigten Glasflächen klein, daher günstig, für die horizontale Glasfläche aber gross, also ungünstig (in Bezug auf Verluste durch Reflexion) ist.

Es würde hier zu weit führen, diejenige Neigung (bezw. denjenigen Winkel β) ermitteln zu wollen, welche den Glasflächen gegeben werden müsste, um die beste Tagesbeleuchtung zu erzielen. Praktische und konstruktive Rücksichten geben bei dieser Frage den Ausschlag und führen zu Anordnungen, die kaum durch derartige theoretische Erörterungen eine wesentliche Einschränkung erfahren dürften.

Von den oben angegebenen Maasszahlen für die zu fordernde Fensterfläche verhältnismässig noch am brauchbarsten sind die Angaben, welche die Fenstergrösse zu der Bodenfläche des zu beleuchtenden Raumes in Beziehung bringen. Von den wenigen Angaben, welche über das Verhältnis der Fenstergrösse zur Bodenfläche für gewerbliche Anlagen vorliegen, seien folgende angeführt.

In der Spitzenfabrik der Firma Arthur Faber in Lettowitz (Mähren) beträgt das Verhältnis der Fenster- zur Grundfläche 1 : 7,3, in den W. Spindler'schen Anlagen in Spindlersfeld bei Cöpenick im Erdgeschoss 1 : 4,6, im ersten Geschoss 1 : 5,3 und im zweiten Geschoss 1 : 9,0.[1])

In der Wollkämmerei am Reiherstieg bei Hamburg, welche mit Satteldächern überbaut ist, beträgt das Verhältnis des Oberlichts, im Grundriss gemessen, zur Grundfläche in der Wäscherei 1 : 3,9, im Kammsaal 1 : 2,9. Die Arbeitssäle werden nur durch Oberlicht belichtet.

Schmitt[2]) empfiehlt, für Eisenbahnwerkstätten die Deckenlichtfläche bei Sattel-

[1]) Vergl. H. Albrecht, Gewerbehygiene und Arbeiterwohlfahrtsbestrebungen im Bericht über die Deutsche allgem. Ausstellung für Unfallverhütung, I. Bd., S. 776. Berlin 1890.

[2]) E. Schmitt, Vorträge über Bahnhöfe und Hochbauten auf Lokomotiveisenbahnen, S. 333. Leipzig 1873.

dächern, im Grundriss gemessen, nicht unter 1/4 der zu erleuchtenden Gesamtgrundrissfläche anzunehmen.

Nach Ermittelungen des Verfassers kann für grössere Eisenbahnwerkstätten eine angemessene Tagesbeleuchtung durch folgende Verhältniszahlen (Gesamtfensterfläche zur Bodenfläche) erzielt werden:

1. In Lackierer- und Anstreicherwerkstätten . . . 1 : 2,5
2. „ Drehereien, Lokomotiv- und Wagenbauschuppen 1 : 3,0
3. „ Kesselschmieden 1 : 5,0
4. „ Hammerschmieden 1 : 9,0

Dabei sind Räume vorausgesetzt, welche nicht mehr lediglich durch Seitenfenster erleuchtet werden können.

Auch hinsichtlich der Himmelsrichtung der Fenster ist man nicht ungeteilter Meinung. Feststehend ist, dass eine leidlich gleichmässige, das Auge in keiner Weise störende Beleuchtung nur möglich ist, wenn die Glasflächen während der Arbeitszeit im Schatten liegen. Die dafür erforderliche nördliche, nordöstliche oder nordwestliche Richtung bietet aber eine weitaus geringere Helligkeit als die südliche, südöstliche oder südwestliche. Boubnoff hat photometrische Messungen in zwei Räumen, von denen einer nach SW., der andere nach NO. lag, angestellt, die zu folgenden Ergebnissen führten:[1])

Die Helligkeit des Mittelplatzes eines Raumes ist sehr bedeutenden Schwankungen unterworfen; sie ändert sich sprungweise nicht nur infolge des Wechsels der Bewölkung, sondern ganz besonders mit dem Stande der Sonne am Himmelsgewölbe. Diese Schwankungen traten in dem nach SW. gelegenen Raume weit stärker hervor als in dem nach NO. gelegenen und hängen von der Länge und Dichtigkeit der Schicht der Atmosphäre ab, welche die Lichtstrahlen zu durchdringen haben. Der nach SW. gelegene Raum ist im Mittel um 1,5 bis 2,3 mal heller beleuchtet als der nach NO. gelegene. Die Helligkeit nimmt vom Fenster nach dem Innern des Raumes regelmässig und stark ab. Werden die oberen oder die unteren Viertel oder Hälften der Fenster mit lichtundurchlässigen Stoffen verhängt, so nimmt die Helligkeit entsprechend der Verringerung der Glasflächen ab. Während die Verteilung des Lichtes im Raume in seiner Gleichmässigkeit wenig beeinflusst wird, ist dieser Einfluss in der horizontalen Ebene bemerkbar.

Aus den Boubnoff'schen Beobachtungen zieht Nussbaum[2]) folgende Schlüsse:

Eine gleichmässige Verteilung des Lichtes im Raume wird ausschliesslich durch richtig angelegtes Oberlicht erzielt werden können. Wo man durch die Bauart gezwungen ist, Seitenlicht anzuwenden, sind folgende Maassnahmen erforderlich, um eine einigermaassen ausreichende Verteilung des Lichtes zu erreichen: Zunächst sind die Fenster möglichst nahe zur Decke hinaufzuführen, damit der Einfallwinkel des Lichtes für den rückwärtigen Teil der Räume ein günstiger wird. Aus dem gleichen Grunde

[1]) Archiv für Hygiene Bd. XVIII, S. 49.
[2]) Gesundheits-Ingenieur 1893, S. 732.

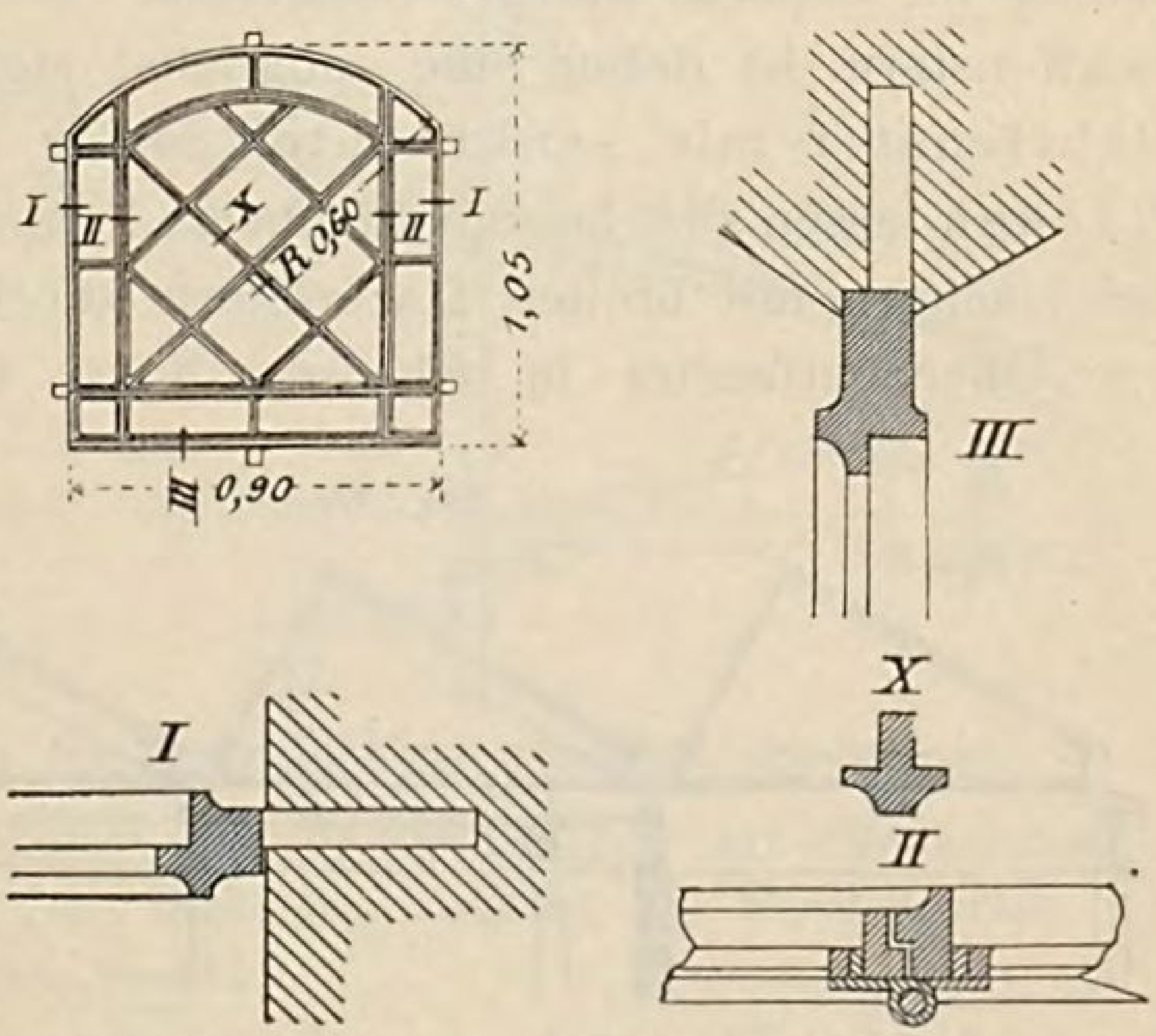
soll die Höhe der Räume mit deren Tiefe wachsen. Sodann sind die Fenster mit einem Glase zu versehen, welches bei geringem Lichtverlust eine kräftige Zerstreuung der Lichtstrahlen hervorruft. Rautenförmiges Rohglas und schwach mattiertes Glas haben sich in dieser Hinsicht am besten bewährt. Endlich sind die Wand- und Deckenflächen der Räume mit einem sehr hellen, matten Anstrich zu versehen, damit das auf sie fallende Licht möglichst vollkommen zurückgestrahlt und gut zerstreut wird. Rein weisse Farbe ist zu blendend, dagegen sind Elfenbein- und dem ähnliche zart gelblichgraue Töne zu empfehlen, weil sie den gedachten Zweck gut erfüllen und auf das Auge eine angenehme Wirkung ausüben. Ferner ist es rätlich, diesen hellen Anstrich waschbar herzustellen, weil seine günstige Lichtwirkung sonst bald verringert wird. Wachsfarbe erscheint hierzu geeignet, da sie das Licht weit besser als Ölfarbe zerstreut und sehr haltbar ist.

Was die Ausführung der Fenster anlangt, so kommen für Seitenfenster bei gewerblichen Anlagen vorwiegend eiserne Rahmenwerke in Betracht. Hinsichtlich der Formengebung des Sprossenwerkes ist das Gusseisen in vielen Beziehungen dem Schmiedeeisen vorzuziehen. Schmiedeeiserne Fenster sind dagegen in Bezug auf Haltbarkeit vorteilhafter, auch sind sie leichter anzubringen und zu reparieren. Das Gewicht beider Arten von Fenstern ist das gleiche. Sehr wünschenswert ist eine gute Dichtung der Fenster gegen Regen, Schnee und Luftzug; dieselbe wird bei eisernen Fenstern durch Einlegen elastischer Gummischnüre oder geölter Filzstreifen in besonders ausgesparten Nuten erzielt.

Die Einfügung beweglicher Teile schwächt die Konstruktion und vermindert die Dichtigkeit der Fenster. Wo daher mit Rücksicht auf Lüftungszwecke und darauf, dass ein bequemes Entweichen der in den hoch gelegenen Stockwerken beschäftigten Personen bei Ausbruch eines Brandes erfolgen kann, solche beweglichen Teile angeordnet werden, ist bei der Konstruktion darauf Rücksicht zu nehmen.

Eiserne Fenster werden gewöhnlich mit Anschlag versehen in die Maueröffnung gebracht; gusseiserne Fenster befestigt man auch wohl ohne Anschlag durch von beiden Seiten eingetriebene Bankeisen. Eine andere Befestigungsart (vergl. Fig. 75 bis 79) besteht darin, dass das Rahmenwerk der Fenster mit angegossenen Versetzzapfen versehen wird und dass diese in die Fensteröffnung eingemauert werden.

Fig. 75 bis 79.



Gusseisernes Fenster mit beweglichem Flügel.

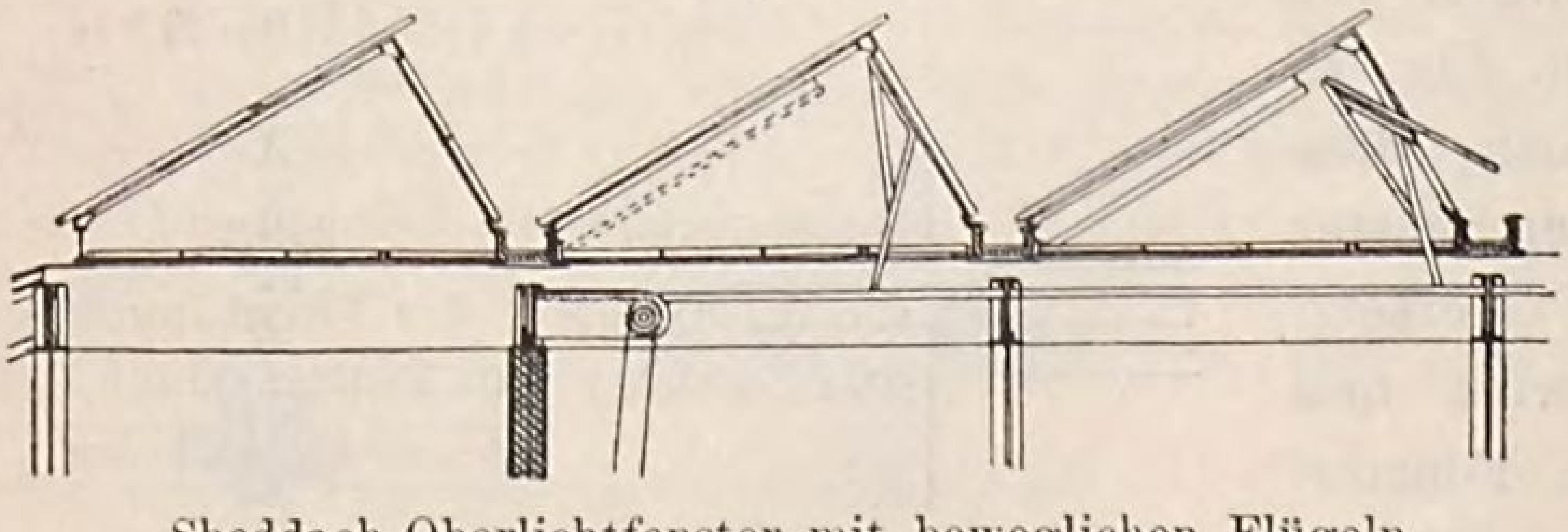
Die letztere Anordnung ist nur bei Gebäuden empfehlenswert, deren Mauern geringen Wärmeschwankungen unterworfen sind. In Fig. 75 ist ein kleineres gusseisernes Fenster dargestellt, welches bis auf einen schmalen Seitenrand mit beweglichem Flügel eingerichtet ist. Wenn letzterer gut schliessen soll, ist ganz besonders guter Guss erforderlich. Fig. 76 bis 79 bringen die Einzelheiten dieser Fensterkonstruktion zur Darstellung.

Bei der Anordnung von Oberlichtfenstern handelt es sich neben der Erzielung einer guten Beleuchtung in erster Linie um die sichere, möglichst rasche Abführung der äusseren Niederschläge, sowie um die Vermeidung oder um die sichere Ableitung von Niederschlägen (Schwitzwasser), die an der inneren Seite entstehen, wenn wärmere mit Feuchtigkeit beladene Luft stark Wärme leitende, mithin abgekühlte, Konstruktionsteile trifft. Die Abführung äusserer Niederschläge ist verhältnismässig leicht, auch lassen sich dauerhafte Dichtungen gegen dieselben unschwer herstellen. Die gute Ableitung und die Verhütung der Bildung des inneren Schwitzwassers bietet dagegen nicht unerhebliche Schwierigkeiten.

Undichtigkeiten der Oberlichtfenster werden durch Erschütterungen der Dachstühle, Elastizität derselben, Winddruck im Innern der Räume, wechselnde Wärmeeinflüsse und Schadhaftwerden der Dichtungsmittel hervorgerufen. Das Eindringen von Wasser und Schnee durch undichte Stellen wird durch Winddruck sowie durch flache Lage der Glastafeln begünstigt. Letztere bietet ausserdem den Übelstand, dass durch Russ und Staub sowie durch Schneefall Verdunkelung, bezw. Störung der Beleuchtung eintritt und dass die Fenster der Zerstörung durch Hagelschlag im höheren Maasse ausgesetzt sind als steile Fenster. Den Oberlichtfenstern ist daher eine möglichst steile Stellung zu geben. Oberlichtfenster mit senkrechten oder nahezu senkrechten Glasflächen lassen sich bei Sheddächern, Poppe'schen (Boileau-) Dächern, oder bei Dächern mit breiten Dachreitern anbringen.

Oberlichtfenster in Sheddächern sind in ihrer Anordnung und Verglasung den gewöhnlichen Seitenfenstern ziemlich gleich. Die Anbringung beweglicher Flügel in den Glasflächen ist zwar bei den Shedoberlichtern

Fig. 80.



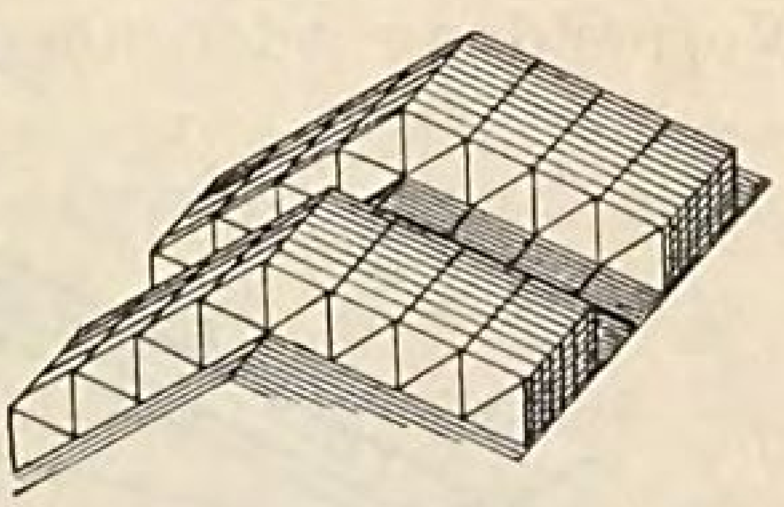
Sheddach-Oberlichtfenster mit beweglichen Flügeln.

nicht unbedingt erforderlich, weil dieselben zweckmässig in den Dachflächen angebracht werden können, immerhin ist ihre Anbringung ohne Schwierigkeiten möglich. Eine bewährte Anordnung mit beweglichen Flügeln in der Fensterfläche, die im Kinderkrankenhause der Königlichen Charité zu Berlin ausgeführt ist, ist in Fig. 80 dargestellt.

Die von Poppe schon vor 50 Jahren eingeführten, jetzt unter dem Namen Boileau-Dächer bekannten, in Fig. 81 dargestellten Dächer haben ebenfalls senkrechte oder doch sehr steile Fenster.

Über den dicht eingedeckten Satteldachflächen sind bei denselben kurze Dachreiter angelegt, die sich über das ganze oder doch nahezu das ganze Querprofil erstrecken und deren sämtliche Seitenflächen verglast sind. Die Dachreiter liegen zwischen zwei Bindern und sind in der Art verteilt, dass zwischen je zwei Dachreitern ein Binderfeld mit dicht eingedeckten Dachflächen liegt. Die senkrechten Druckstreben der Binder bilden die Teilungen (Sprossen) der Fenster, während die schiefen Zugstreben inner- und ausserhalb der Glaswand liegen. Um den Schiefverschnitt des Glases möglichst zu beschränken, hat Poppe bei seinen neuesten Ausführungen die Druckstreben senkrecht zur Dachfläche gestellt, wodurch ein geringer Mehraufwand an Eisen erforderlich wird. Die Werkstattsgebäude und Lokomotivschuppen auf dem Hauptbahnhof zu Frankfurt a. M.[1]) sind auf diese Art überdacht; die hier durch die Oberlichter erreichte Beleuchtung wird als eine besonders günstige bezeichnet.

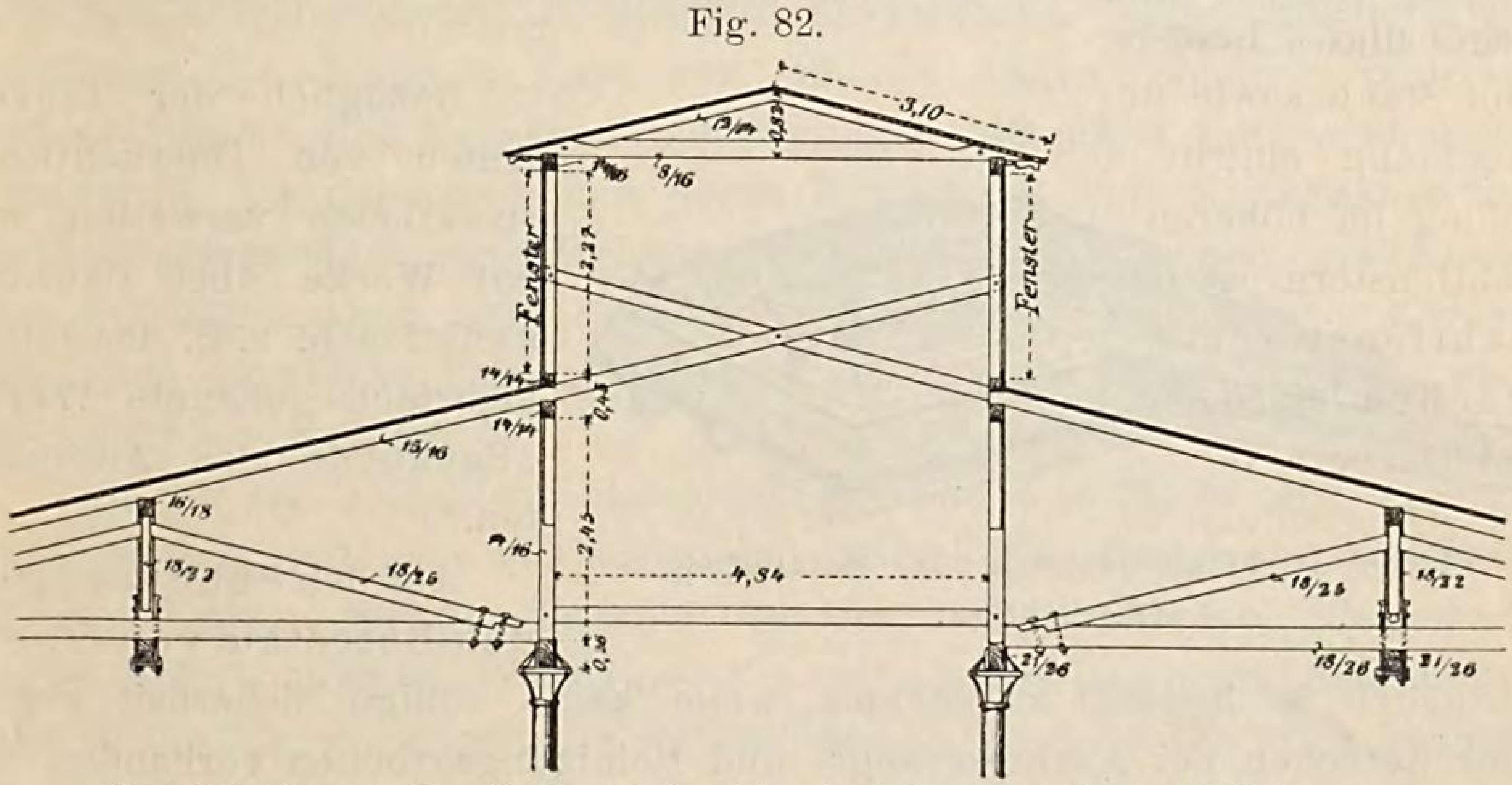
Fig. 81.



Satteldach mit Oberlicht, System Poppe-Boileau.

Eine dritte, häufiger zur Anwendung kommende Oberlichtanordnung mit senkrechten Fensterflächen ist in Fig. 82 durch einen Querschnitt des Daches veranschaulicht.

Fig. 82.



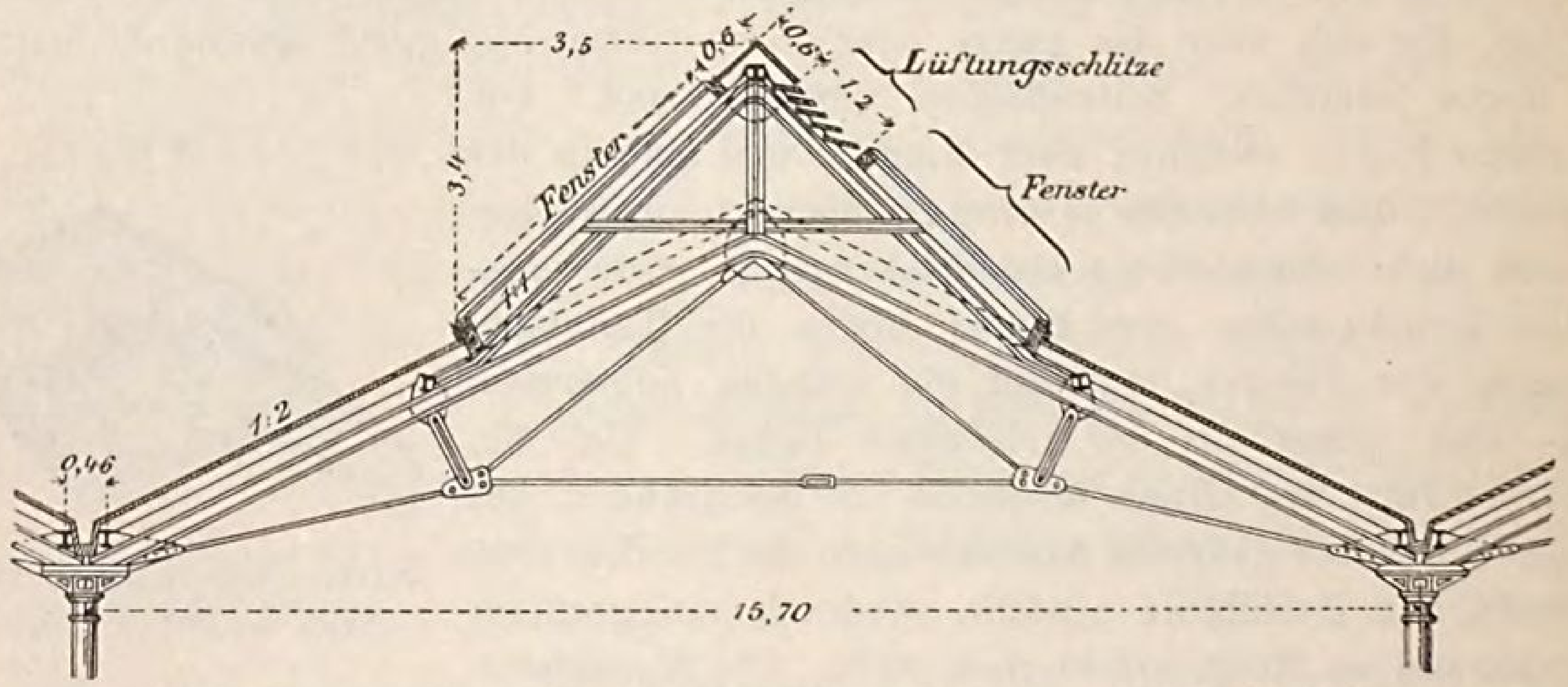
Oberlichtfenster der Dreherei der Eisenbahnhauptwerkstatt Leinhausen.

Die Zeichnung entspricht der Anordnung, die für die Dreherei der Eisenbahnhauptwerkstatt Leinhausen gewählt ist. Der Dachreiter, welcher die Fenster trägt, erstreckt sich über den ganzen First des Daches.

[1]) Zeitschrift für Bauwesen 1891, S. 464 ff.

Oberlichtfenster in flacheren Neigungen sind, wie bereits angeführt, für Arbeitsräume nicht günstig. Ohne zwingende Gründe wird man den Glasflächen keine geringere Neigung als 1 : 1 (45⁰) geben dürfen. Da andererseits eine geringe Neigung für die Dachflächen günstig ist, so werden bei geringen Dachneigungen die Oberlichter aus den Dachflächen durch besondere Zwischenkonstruktionen (Laternen) herausgehoben und mit dem genügenden Gefälle versehen.

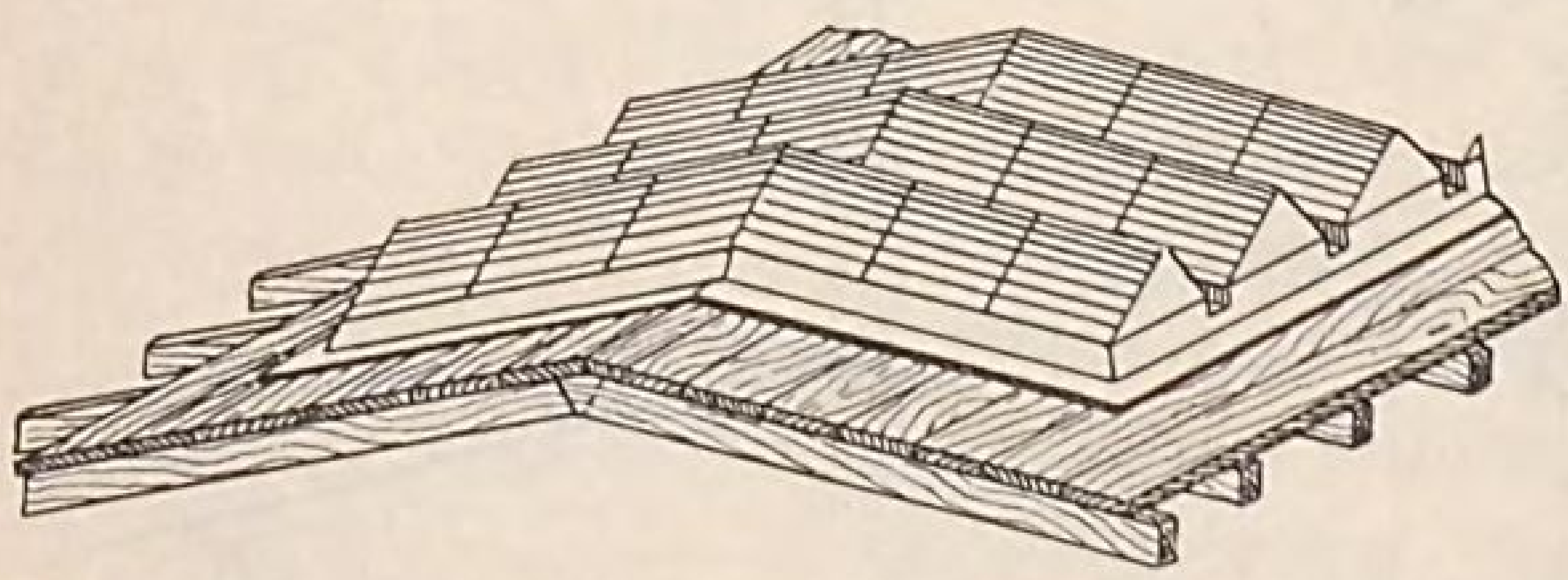
Fig. 83.



Oberlichtfenster einer Wagenreparaturwerkstatt auf Bahnhof Breslau.

Fig. 83 stellt die in dieser Weise angeordnete Bedachung einer Wagenreparaturwerkstatt auf Bahnhof Breslau dar. Eine andere in Fig. 84 veranschaulichte Anordnung besteht darin, dass man die gesamte Dachfläche in einzelne, quer zur Dachneigung stehende Sättel von der Höhe der Scheiben teilt und zwischen denselben kleine Rinnen anordnet.

Fig. 84.



Flaches Dach mit querstehenden sattelförmigen Oberlichtern.

Bezüglich der Einzelheiten von Oberlichtkonstruktionen verweisen wir auf Werke über Baukonstruktionen, z. B. das schon mehrfach genannte Werk: „Baukunde des Architekten.“

Auf den Schutz gegen das Betreten von Oberlichtern ist Bedacht zu nehmen, wenn keine völlige Sicherheit gegen Durchbrechen bei Ausbesserungs- und Reinigungsarbeiten vorhanden ist. Flache Oberlichter werden durch übergespannte Drahtnetze oder durch Schutzgeländer gegen fahrlässiges Betreten seitens der Arbeiter geschützt. Die Geländer sind so einzurichten, dass Leitern oder Laufbretter darauf gelagert werden können, auf denen die Arbeiter bei den Reinigungs- und Ausbesserungsarbeiten stehen können. Auf tragfähigen Hauptsprossen

werden aber auch feste Leitersprossen oder Laufbretter aufgelagert, welche dauernd an ihrem Platze verbleiben. Gegen Schneestürze, die etwa von höher gelegenen Dächern niedergehen können, sind die betreffenden Stellen der Glasdeckungen besonders zu schützen.

Im Innern der mit Oberlichtern versehenen Räume kann eine Verletzung der Arbeiter durch herabfallende gebrochene Glasscheiben eintreten, es ist daher zweckmässig, in geringer Entfernung unter den Glasflächen ein Drahtgewebe von 5 bis 10 mm Maschenweite zum Auffangen der Glasscherben aufzuhängen.

b. Künstliche Beleuchtung.

Die künstliche Beleuchtung beruht, von der elektrischen Beleuchtung abgesehen, auf Verbrennung der durch Hitze aus festen oder flüssigen Stoffen entstandenen Gase. Die Lichterscheinung beim Verbrennen der Gase ist die Flamme, welche gewöhnlich dadurch Leuchtkraft erhält, dass kleine feste Teilchen, namentlich Kohlenstäubchen in ihr glühen und verbrennen, ohne vorher in Gasform verwandelt zu sein. Neuerdings wird das Glühen der Flammen bei der Gasbeleuchtung dadurch erhöht, dass man künstliche Glühkörper in die Flamme bringt. Durch die Flamme wird ausser dem Licht Wärme entwickelt; daneben wird Kohlensäure und Wasser gebildet, und ein Teil der in der Flamme enthaltenen Kohlenwasserstoffe entweicht unverbrannt. Die künstliche Beleuchtung übt demnach nicht nur auf die Augen, sondern auch auf andere Organe des Menschen Schädigungen aus. Die Luft wird durch Verbrauch von Sauerstoff und durch Einführung von Kohlensäure und Kohlenwasserstoffen verschlechtert, während die Flammen gleichzeitig eine verhältnismässig hohe Erwärmung der Räume herbeiführen können. Eine gute künstliche Beleuchtungsanlage muss alle diese Nachteile nach Möglichkeit vermeiden.

Die für die künstliche Beleuchtung dienenden Stoffe sind Kohlenwasserstoffverbindungen tierischen und pflanzlichen Ursprungs, wie Talg, Thran, Wallrat, Stearin, Paraffin, Ceresin, Rüböl, Olivenöl, Petroleum, Ölgas, Steinkohlengas, Wassergas u. a. m. Ausserdem wird der elektrische Strom für die künstliche Beleuchtung in grossem Umfange benutzt. Im Nachfolgenden sollen nur die für gewerbliche Anlagen vorwiegend in Betracht kommenden Beleuhtcungsarten (Öl-, Gas- und elektrische Beleuchtung) abgehandelt werden.

Zur Vergleichung der gebräuchlichsten Beleuchtungsarten lassen wir hier eine von Dr. F. Fischer herrührende Zusammenstellung folgen:

Um den Lichteffekt von 100 Normalkerzen in der Stunde zu erzeugen, durch	sind erforderlich	Die Kosten für die Lichtmenge betragen in Pfennigen	Es werden durch die gleichen Lichtmengen entwickelt: Wasser in kg	Kohlensäure in cbm	Wärmeeinheiten in der Stunde
Elektr. Bogenlicht . . .	0,09—0,25 Pferdekr.	5—12	—	—	100
„ Glühlicht . . .	0,46—0,85 „	15	—	—	300
Gas vermittels:					
Siemens-Brenner	0,35—0,56 cbm Gas	6—10	—	—	1500
Argand- „	0,80—2,0 „ „	14,5	0,86	0,46	4860
Schnitt- „	2,0 —8,0 „ „	36,0	2,14	1,14	12150
Petroleum vermittels:					
Rund-Brenner	0,28 kg Erdöl	5,0	0,37	0,45	3360
Flach- „	0,60 „ „	10,8	0,80	0,95	7200
Solaröl vermittels:					
Rund-Brenner	0,28 kg Solaröl	5,3	0,37	0,45	3360
Flach- „	0,60 „ „	11,4	0,80	0,90	7200
Rüböl	0,50 „ Rüböl	41,3	0,52	0,61	4200
Stearin	0,90 „ Stearin	166	1,04	1,30	9000

Man erkennt aus dieser Tabelle, wie gross in hygienischer Beziehung die Vorteile der elektrischen Beleuchtung sind. Die Wärmeentwickelung beträgt bei der Steinkohlengas-, Petroleum- und Solarölbeleuchtung mindestens das fünffache. Die letztgenannten Lichtquellen haben ausserdem den Nachteil einer nicht unerheblichen Verschlechterung der Luft durch Verbrennungsgase, die bei dem elektrischen Glühlicht ganz wegfällt und beim Bogenlicht nur in geringem Maasse in Betracht kommt. Die elektrische Beleuchtung hat freilich den Nachteil, dass durch sie keine hohen Temperaturdifferenzen hervorgebracht werden und demnach eine Fortschaffung der Atmungsprodukte durch dieselbe nicht bewirkt wird. (Vergl. S. 27 und 28.)

1. Ölbeleuchtung. Die Benutzung fetter Öle ist, abgesehen von untergeordneten Zwecken, nicht mehr gebräuchlich und der hohen Kosten wegen wenig empfehlenswert. Für die Beleuchtung gewerblicher Anlagen kommt in erster Linie das rektifizierte Petroleum in Betracht. Die bei der Destillation des rohen Petroleums unterhalb 100° übergehenden Kohlenwasserstoffe, welche unter dem Namen „Petroleumäther“, „Ligroin“, „Petroleumbenzin“, „Naphtha“ u. s. w. im Handel vorkommen, sind sehr flüchtige und leicht entzündliche Flüssigkeiten, die auch wohl in

gewöhnlichen Lampen (ohne Docht) zu einer Art Gasbeleuchtung benutzt werden. Die Anwendung dieser Flüssigkeiten zu Beleuchtungszwecken darf nur unter Beobachtung grösster Vorsicht erfolgen; jedenfalls sind diese Stoffe explosions- und feuergefährlich.[1]) Manche Feuerversicherungsgesellschaften schliessen diese Beleuchtungsart für das Innere der Räume gänzlich aus.

Die zur Beleuchtung durch gewöhnliches Petroleum dienenden Lampen bedingen eine aufmerksame Wartung und gründliche Reinigung. Bei ungenügender Reinigung können sich abgelöste Dochtteile in den unteren Brennerteilen ansammeln, unter Umständen entzünden und den Brenner zum Glühen bringen, wodurch eine Entzündung des Petroleums im Ölbehälter sowie ein Zersprengen des letzteren und ein Umherschleudern des brennenden Öles herbeigeführt wird. Bei gut gereinigtem Petroleum und sorgfältiger Reinhaltung der Lampen ist indessen die Explosionsgefahr nicht gross. Im übrigen ist zur Vermeidung von Unfällen ein Nachfüllen von Petroleum während des Brennens der Lampen zu unterlassen und beim Auslöschen zunächst der Docht etwas einzuschrauben, bevor die Lampe durch Blasen in die Zylinderöffnung gelöscht wird.

Die zur Abendarbeit notwendigen Lampen müssen stets im Laufe des Tages in Ordnung gebracht werden. Die Grösse der Ölbehälter muss so bemessen sein, dass sie genug Öl enthalten, um am anderen Morgen wieder benutzt werden zu können und bis zum Tageslicht auszuhalten, ohne dass ein Nachfüllen nötig ist. In Fabriken, in welchen die ganze Nacht hindurch gearbeitet wird, müssen die Ölbehälter für die ganze Nacht ausreichen.

Petroleum wird zuweilen durch Zusatz von Solaröl (aus Braunkohlenteer dargestellt) verfälscht. Ersteres hat ein Gewicht von 0,795 bis 0,8 kg pro Liter, während letzteres schwerer (bis 0,87 kg) und billiger als ersteres ist. Diese Ölgemische brennen mit russender Flamme, während die Öle einzeln und in geeigneten Lampen gebrannt, eine recht gute Flamme ergeben. Die Wärmeentwickelung beider Flammen ist die gleiche.

Die einzelnen Lampen müssen so angebracht sein, dass sie nicht in die Nähe entzündlicher Stoffe kommen und beim Transport der Materialien nicht im Wege sind, damit bei etwaiger Berührung nicht eine Zertrümmerung der Lampe und ein Brand entstehen kann. Sind die

[1]) Nach den über den Verkehr mit Mineralölen bestehenden polizeilichen Bestimmungen in Preussen werden diejenigen Flüssigkeiten als besonders feuergefährlich erachtet, die schon bei einer Erwärmung auf weniger als 21° C bei 760 mm Barometerstand entflammbare Dämpfe entweichen lassen.

Flammen der Lampen nicht mindestens 0,7 m von der Decke entfernt, so müssen dieselben mit Rauchverzehrern versehen werden, oder an dem sich lotrecht über der Flamme befindlichen Teile der Decke muss eine Eisenblechplatte (Blaker) so befestigt werden, dass zwischen beiden nur ein geringer Zwischenraum bleibt. Die Lampen müssen fest in den Gehäusen oder Haltern stecken, so dass sie im Notfalle einen Stoss aushalten können, ohne herauszufallen.

Die Sorge für die Zurichtung und das Anzünden der Lampen ist zweckmässig einem zuverlässigen Arbeiter anzuvertrauen, der mit den mit der Beleuchtung verbundenen Gefahren bekannt ist. In die Lampenkammer, in deren Umgebung sich keine verbrennlichen Stoffe befinden dürfen, darf nur jedesmal eine für das tägliche Bedürfnis gerade hinreichende Menge der Brennflüssigkeit in gut verschlossenen Gefässen gebracht werden. Die Lampenkammer bedarf ebenfalls einer sorglichen Überwachung und grosser Reinlichkeit, damit dieselbe nicht Anlass zu Unfällen giebt. Die zum Putzen und Zurichten der Lampen benutzten Lappen müssen stets in geschlossenen metallenen Gefässen gehalten werden, damit eine etwaige Selbstentzündung keine Gefahr verursacht.

Eine gute Lampe mit Rundbrenner besitzt, wie schon aus der Tabelle S. 256 hervorgeht, in jeder Beziehung Vorzüge gegenüber den unvollkommenen Flachbrennern. Für die Beleuchtung von Fabriken eignet sich besonders auch eine neue, von der Firma Friemann & Wolf in Zwickau i. S. in Deutschland eingeführte Petroleumbeleuchtung.

Das Eigentümliche dieser Beleuchtung besteht darin, dass dicht unter der Brenneröffnung künstlich eine verhältnismässig grosse Menge Luft zugeführt wird, die eine vollständige Verbrennung herbeiführt. Ein Glaszylinder ist entbehrlich; die Flammen brennen frei wie Gas. Die Zuführung der Luft geschieht vermittels eines Rohrsystems, welches durch den Ventilator mit Luft gespeist wird. In Fig. 85 ist eine für Eisenbearbeitungswerkstätten gebräuchliche Form dieser Lampen dargestellt. Die Einführung der Luft geschieht durch den mit einem Hahn versehenen Stutzen a, welcher mit einem Gummischlauch an die Rohrleitung angeschlossen ist. Wenn es zweckmässig ist, der Lampe einen festen Platz zu geben, wird dieselbe, wie bei der Gasbeleuchtung, an einem festen Rohr befestigt. Die bei dieser Beleuchtungsart erzielten Flammen geben ein helles, ziemlich ruhiges Licht von etwa 20 bis 22 Kerzen Lichtstärke. Die Kosten einer Flamme sollen einen Pfennig für die Stunde betragen.

Fig. 85.



Petroleumlampe mit künstlicher Luftzuführung, System Friemann & Wolf.

2. Gasbeleuchtung. Die zu Beleuchtungszwecken gebräuchlichen Gasarten sind Steinkohlengas, Fettgas und Wassergas. Die wesentlichsten Bestandteile der Leuchtgase sind: Wasserstoff, Kohlenoxyd,

Sumpfgas (leichter Kohlenwasserstoff) und ölbildendes Gas (schwerer Kohlenwasserstoff). Die einzelnen Bestandteile der Gase sind nur als Mischungen zu betrachten, sie bilden keine chemischen Verbindungen.

Die sogenannten Fettgase enthalten Kohlenwasserstoffe von sehr hohem spezifischem Gewicht, wodurch der Leuchtwert derselben entsprechend erhöht wird.

Wassergas wird dargestellt, indem Wasserdampf über glühende Kohlen geleitet wird, und besteht im wesentlichen aus Wasserstoff und Kohlenoxyd im Verhältnis von 57 : 35 bis 50 : 50 % nebst Beimischungen von 8 % an Kohlensäure, Luft und Grubengas. Das Wassergas hat demnach bei seinem Mangel an schweren Kohlenwasserstoffen nur ganz geringe eigene Leuchtkraft.

Von den Bestandteilen der Gase sind Wasserstoff und Sumpfgas für den menschlichen Organismus schädlich, indem sie Erstickung herbeiführen, wenn sie in grösseren Mengen eingeatmet werden. Kohlenoxyd und ölbildendes Gas sind äusserst giftig und wirken schon in kleineren Mengen sehr nachteilig.

Steinkohlen- und Fettgas besitzen wegen der beigemengten Kohlenwasserstoffe einen ziemlich penetranten Geruch, wodurch ein Entweichen der Gase bemerkt und den dadurch bedingten Gefahren vorgebeugt werden kann. Das Wassergas ist geruchlos, kann aber durch Überleitung über Schwefelkohlenstoff mit einem auffälligen Geruch behaftet werden, so dass etwaigen Gefahren, welche durch Entweichen dieses Gases entstehen, begegnet werden kann.

Um das gering leuchtende Wassergas für Beleuchtungszwecke geeignet zu machen, muss es entweder karburiert, d. h. mit Kohlenwasserstoffen geschwängert werden, oder es muss beim Ausströmen aus den Brennern gegen unverbrennliche oder schwerverbrennliche Glühkörper geleitet werden, deren Erglühen die Lichtquelle bildet (Glühlicht).

Das Wassergas-Glühlicht, welches in letzter Zeit wesentlich verbessert ist und bereits in bedeutenden Fabriken[1]) Anwendung gefunden hat, hat den Nachteil, dass die mit den Brennern in Verbindung zu bringenden Glühkörper sehr empfindlich und raschem Verschleiss unterworfen sind. Das karburierte Wassergas würde dem Glühlicht gegenüber grosse Vorzüge aufweisen, da die Glühkörper der Brenner in Wegfall kommen. Vorerst hat jedoch die Beleuchtung mit karburiertem Wassergas für europäische Länder keine Bedeutung, da zur Karburierung passende

[1]) Wassergasbeleuchtung ist u. a. eingeführt auf den Werken der Firmen Schulz, Knaudt & Co. in Essen, Sulzer in Winterthur, Jul. Pintsch in Fürstenwalde, Eisenwerke in Witkowitz.

Kohlenwasserstoffe nicht vorhanden sind. Vielleicth könnten unsere Kokereien für diesen Zweck ausgenutzt werden.

Fettgas oder Ölgas wird aus Petroleumrückständen, Abfallfetten oder aus Braunkohlenteerölen gewonnen. Der Leuchtwert des nach Pintsch's Patent hergestellten Gases ist in offenen oder Argandbrennern etwa $4^1/_2$mal so gross als derjenige des gewöhnlichen Steinkohlengases. Der bedeutenden Leuchtkraft dieses Gases entsprechend, sind nur kleine Brenner und Leitungen von entsprechend geringerem Durchmesser erforderlich. Andere besondere Vorzüge des Fettgases sind:

1. Reines, milchweisses Licht, welches dem Auge nie empfindlich ist,
2. Geringe Wärmeentwickelung (nur etwa $^2/_7$ bis $^1/_4$ von der gleich hellen Steinkohlengasflamme),
3. Geringe Verunreinigung der Luft,
4. Beständigkeit der Farbenerscheinung,
5. Geringer Kostenaufwand für Herstellung und Unterhaltung der Bereitungsanstalt, der Leitungen u. s. w.

Als Nachteile sind zu nennen: Das starke Russen der Flammen bei nachlässiger Wartung und das Flackern und Verlöschen der Flammen, wenn dieselben nicht vor starkem Zugwinde geschützt sind.

Aus den angeführten Gründen verdient die Fettgasbeleuchtung vor der Steinkohlengasbeleuchtung den Vorzug.

Da die Anlagen zur Bereitung des Gases von verhältnismässig geringem Umfange sind, auch die Wartung und Bedienung solcher Anlagen nur verhältnismässig geringe Kosten beanspruchen, eignet sich diese Art der Gasbeleuchtung namentlich für solche einzeln stehende Fabriken, bei denen eine andere zweckmässige Beleuchtung nicht angängig ist. Bei grösserem Umfange der Beleuchtungsanlagen ist die Fettgasbeleuchtung unzweckmässig.

Bei dem Verbrennungsvorgange in den Gasflammen zerlegen sich die schweren und wahrscheinlich auch die leichten Kohlenwasserstoffe in ihre Bestandteile, Kohlenstoff und Wasserstoff. Wasserstoff entzündet sich bei geringerer Temperatur als Kohlenstoff, daher kommen die Kohlenstoffteilchen erst in dem oberen heisseren Teil der frei entwickelten Flamme zur Verbrennung. Die Flamme besteht demnach aus einem unteren blau oder lichtlos brennenden und einem oberen leuchtenden Teil.

Ist der Gasdruck im Brenner so hoch, dass die hinzutretende Verbrennungsluft nicht genügende Verbrennungstemperatur an der Unterflamme gewinnen, sich also nicht genügend mit dem brennenden Gase mischen kann, so verbrennen die Kohlenteilchen nicht vollständig zu Kohlensäure, sondern zu Kohlenoxyd, oder es wird ein Teil des Kohlen-

stoffs unverbrannt ausgeschieden. Die Flamme wird im ersteren Falle statt einer hellweissen eine gelblichrötliche Färbung annehmen, im anderen Falle russt die Flamme.

Die Wärmestrahlung der nicht leuchtenden Unterflamme ist sehr gering, die des lichtgebenden Teils bedeutend höher; am höchsten ist die Wärmestrahlung bei russender Flamme. Je mehr gelbe und orange Strahlen eine Flamme enthält, um so grösser ist auch die Wärmestrahlung. Hieraus erklärt sich auch die auffällig geringe Wärmestrahlung der milchweissen Fettgasflamme.

Zur Erreichung möglichst hoher Lichtentwickelung ist es erforderlich, die nichtleuchtende Unterflamme auf ein Geringstes einzuschränken. Es geschieht dies durch Vorwärmung der Verbrennungsluft und durch Verhinderung der Abkühlung der Flamme. Bei offenen Brennern wird durch die Form und durch die Erniedrigung des Gasdruckes in der Ausströmungsöffnung eine möglichst zweckmässige Verbrennung zwar angestrebt, aber nur unvollkommen erreicht.

Eine gute Ausnutzung der Lichtwirkung bei gleichzeitiger Vermeidung oder doch wesentlicher Verringerung der nachteiligen Wärmeausstrahlung und Luftverschlechterung ist mit den neuerdings vielfach zur Verwendung gelangenden Glanz- oder Hochlichtbrennern (Regenerativbrennern) zu erzielen. In diesen Brennern wird die Wärme der Verbrennungsgase zur Vorwärmung von Luft und Gas ausgenutzt und eine grösstmögliche Menge von Kohlenteilchen zur Weissglühhitze gebracht und dadurch eine vermehrte Lichtwirkung erzielt. Diese Brenner oder Lampen ermöglichen ausserdem eine bequeme Abführung der Verbrennungsprodukte, die bei gewöhnlichen Lampen nur schwer durchführbar ist.

Als Einheit für die Vergleichung der Lichtmengen verschiedenartiger Leuchtmaterialien benutzt man in Deutschland allgemein die Normalkerze aus Paraffin von 50 g Gewicht und 20 mm Durchmesser bei 50 mm Flammenhöhe. Die Angaben über den Leuchtwert von Brennern und Lampen können indessen nur verglichen werden, wenn bei der Ermittelung stets dasselbe Gas verwendet würde. Allgemeine Angaben über den Leuchtwert haben nur geringen Wert, da für die Ermittelung brauchbarer Vergleichswerte die Einzelheiten des Brenners und der Lampe bekannt sein müssen.

Dieselbe Flamme erhellt gleiche Flächen unter gleichen Abständen und Winkeln

ohne Schirm	mit	1	Lichtwerten
mit lackiertem Blechschirm .	„	9	„
„ Milchglasschirm . . .	„	30	„

mit poliertem Blechschirm . mit 64 Lichtwerten
„ Halbkugel-Scheinwerfer . „ 260 „

Die Lichtwirkung ist auch wesentlich von der Form der Flamme abhängig. So erzielt man bei Anwendung offener Flachbrenner in der Regel nur 70 bis 80 % der Lichtmengen von Argand- und anderen geschützten Flammen; überdies beträgt die Leuchtkraft der Schmalseite solcher flachen Flammen nur 75 bis 80 % derjenigen der Breitseite.

Die Rohrleitungen für Steinkohlen-Leuchtgas werden, insoweit sie als Zuleitung zu Gebäuden dienen, gewöhnlich aus gusseisernen mit Blei gedichteten Muffenröhren hergestellt. Der Durchmesser beträgt etwa

für 1 bis 24	Flammen	35 mm		für 151 bis 200	Flammen	80 mm	
„ 25 „ 100	„	50 „		„ 201 „ 300	„	105 „	
„ 101 „ 150	„	65 „		„ 301 „ 500	„	140 „	

Hierbei ist für eine Flamme ein stündlicher Verbrauch von 125 bis 150 l und die Qualität des Berliner Leuchtgases angenommen.

An einzelnen Orten bestehen besondere polizeiliche Vorschriften über Rohrweiten, Prüfung der Leitungen u. s. w. In Berlin muss nach polizeilicher Vorschrift bei Zuleitungen für mehr als 25 Auslässe (Lichtflammen und Öfen) ausserhalb der Gebäude eine Absperrvorrichtung (hydraulischer Verschluss, Wassertopf) angebracht werden. Bei etwaigen Bränden wird durch Zugiessen von Wasser in die Töpfe der Gaszufluss aufgehoben. Es ist wünschenswert, diese Wassertöpfe überall anzuordnen; bei ihrer Anbringung ist auf frostfreie Lage zu achten.

Bei sehr weit verzweigten Baulichkeiten ist es zweckmässig, mehrere Zuleitungen anzulegen. Die einzelnen Rohrnetze sind dann im Innern zu verbinden und an den Verbindungsstellen mit Sperrhähnen zu versehen. Bei dieser Anordnung können Rohrleitungen von geringerer Weite verwendet werden, auch ist eine gleichmässigere Druckverteilung auch dann gesichert, wenn an einzelnen Stellen zeitweise ein übergrosser Verbrauch stattfindet.

Die Einleitungen in Gebäude dürfen nicht eingemauert werden, weil durch Senkungen des Gemäuers oder des Grundes leicht Rohrbrüche eintreten können, die häufig zu Unfällen (Erstickung und Explosionen) Veranlassung geben. Zweckmässig ist es, den Rohrschlitz mit Wulsten aus geteerten Faserstoffen, mit Bleiplatten oder dergleichen zu schliessen.

Die Rohrleitungen innerhalb der Gebäude bestehen aus schweisseisernen Rohren, die durch sogenannte „Fittings“ (Verbindungsstücke), ausnahmsweise mittels Flanschen, verbunden werden.

Die Durchmesser der Rohre sind so zu bemessen, dass der Druckverlust zwischen Gasmesser und der letzten tief gelegenen Flamme nur

3 mm, in sehr langen Leitungen höchstens 5 mm beträgt. Einen Anhalt für die Bestimmung der Durchmesser giebt nachstehende Tabelle:

Lichter Durchmesser der Rohrleitung in mm	Rohrlängen in Meter												
	2	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	150	200
	Flammenzahl												
10	3	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	10	7	4	3	2	1	.	.	.	.	.	.	.
19	30	20	12	9	8	6	4	3	3	2	1	.	.
25,5	60	40	25	20	17	12	10	8	7	5	3	2	1
32	.	80	50	40	32	25	20	17	16	14	12	9	8
38	.	120	80	60	50	40	35	28	25	20	18	15	13
51	.	.	.	150	125	100	90	80	70	60	50	45	40
76	.	.	.	.	350	275	240	215	200	175	150	120	100

Die Angaben dieser Tabelle gelten für w a g e r e c h t e Rohre; die nach unten geneigten Rohre erfordern einen grösseren, die nach oben geneigten Rohre einen geringeren Durchmesser, da für jede 4 m Steigung der Gasdruck im Rohre um etwa 3 mm zunimmt. Die Rohrleitungen für Fettgas können gegenüber den Rohrleitungen für Steinkohlengas eine Querschnittsverringerung um die Hälfte erleiden, dagegen ist den Rohrleitungen für nicht vollständig karburiertes Wassergas mindestens der doppelte Querschnitt zu geben.

R o h r e a u s M e s s i n g sind nur für kurze Ableitungen, zu Lampen u. s. w. zulässig; B l e i r o h r e dürfen wegen der leicht möglichen Beschädigung überhaupt nicht verwendet werden, und k u p f e r n e R o h r e sind ebenfalls unzulässig, da man in solchen verpuffende Abscheidungen gefunden hat.

Die Rohrleitungen müssen in den Baulichkeiten so verlegt werden, dass sie möglichst zugänglich bleiben; es muss daher beispielsweise das Einputzen in die Wände unterbleiben, auch ist es durchaus unzulässig, Rohrleitungen durch das Innere hohler Säulen und dergleichen zu führen. Innerhalb der Mauern, Zwischendecken, hinter Bretterverkleidungen u. s. w. sollen keine Verschraubungen liegen. Um eine Reinigung der Röhren vornehmen zu können, ist es nötig, an geeigneten Stellen leicht lösbare Verbindungen anzubringen.

Die Leitung ist möglichst so zu führen, dass dieselbe in Räumen von nahezu gleicher Temperatur bleibt, oder dass sie nur aus kälteren in wärmere übertritt. Wo der Übergang der Gasleitung aus einem wärmeren in einen kälteren Raum nicht zu vermeiden ist, bringt man in dem wärmeren Raume einen Wassersack (Fig. 86) an und führt die

Leitung mit starker Neigung in den kalten Raum. Wenn ein Rohr in dem kälteren Raum ansteigt, so dass hier eine Verstopfung durch Rost oder Eis entstehen könnte, so ist ebenfalls entsprechend der in Fig. 87 dargestellten Anordnung ein Wassersack anzubringen. Die Wassersäcke werden zweckmässig durch Schlauchhähne (statt durch Stöpsel) verschlossen, so dass die Entleerung bequem erfolgen kann.

Fig. 86.

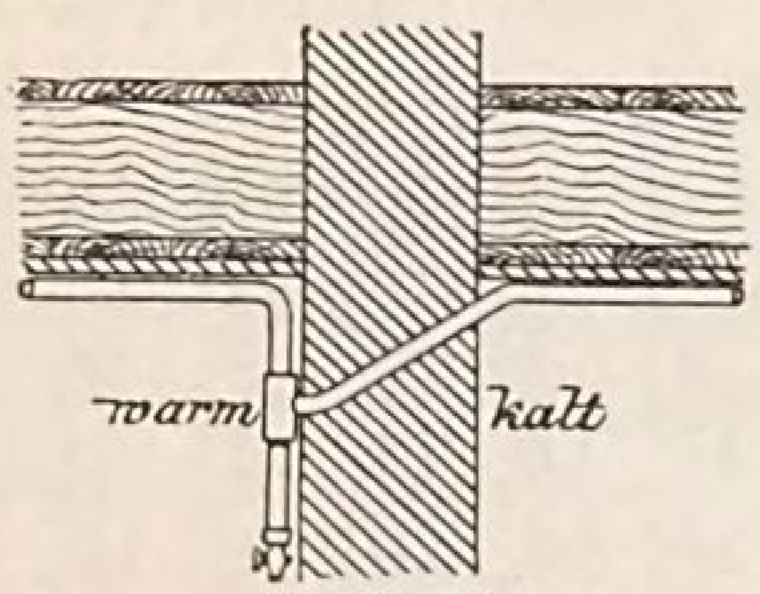
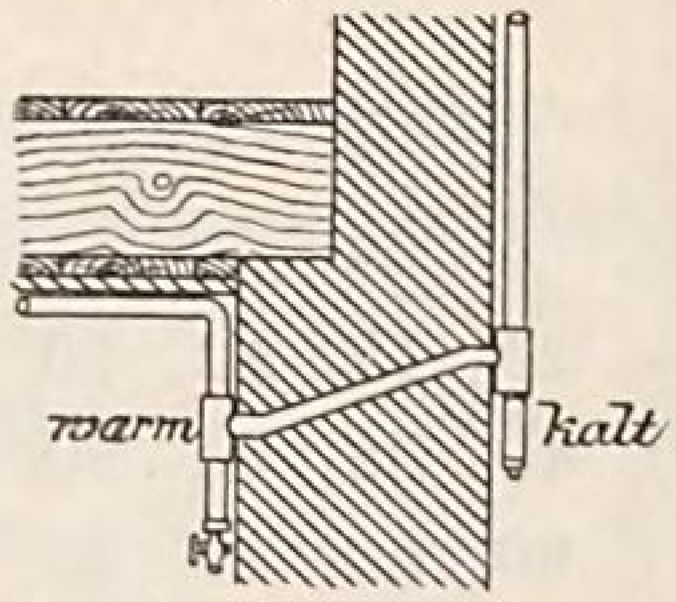
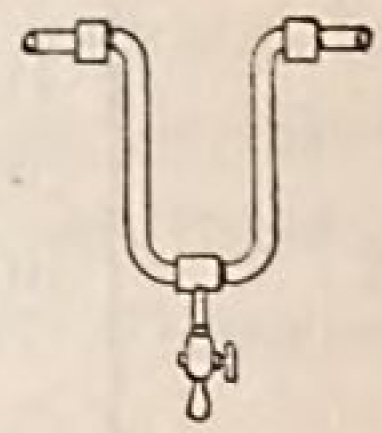


Fig. 87.



Wassersäcke in Gasleitungen.

Fig. 88.



Ausgleichsverbindung für lange Gasleitungen.

Bei sehr langen geradlinigen Leitungen in Räumen, welche einem grösseren Wärmewechsel unterworfen sind, ist es zweckmässig, wie es in Fig. 88 dargestellt ist, eine Ausgleichsverbindung anzubringen, die den Wärmeausgleich der metallenen Leitung vermittelt und verhütet, dass Verbiegungen und Lockerung der Befestigungen vorkommen. Der damit gleichzeitig gebildete Wassersack erhält zum Zweck der Entleerung einen Hahn.

Die Prüfung der Dichtheit der Rohrleitungen wird nach der Verlegung, jedoch vor dem Einputzen einzelner Teile und vor Anbringung der Beleuchtungskörper vermittels Einblasen oder Einpumpen von Luft ausgeführt. Die Dichtheit der Leitung wird durch Beobachtung des Druckverlustes, der durch ein Wassermanometer angezeigt wird, festgestellt. Nach Anbringung der Beleuchtungskörper darf unter dem stärksten in der Leitung vorkommenden Gasdruck, bei geschlossenen Brennerhähnen und bei geöffnetem Haupthahn der Gasmesser an seiner Zeigerscheibe keinen Gasdurchgang anzeigen.

Die Gasmesser werden in der Regel gleich hinter dem Eintritt der Zuleitung in das Gebäude aufgestellt. Der zur Aufstellung dienende Raum soll durch Tageslicht erleuchtet, muss gut zu lüften, frostfrei und leicht zugänglich sein. In nicht ganz frostfreien Räumen werden die gebräuchlichen, sogenannten nassen Gasmesser nicht mit Wasser, sondern mit reinem Glyzerin von 18° B gefüllt. Für kleinere Anlagen sind auch trockene Gasmesser (mit Bälgen aus Leder) zweckmässig; letztere sind namentlich dann anzuwenden, wenn die Aufstellung keine frostfreie sein kann.

Beim Eintritt der Zuleitung und jedenfalls vor dem Gasmesser ist

ein messingner Haupthahn oder, bei grösseren Rohrdurchmessern, ein gasdichtes Ventil in solcher Lage anzubringen, dass die leichte Zugänglichkeit stets gesichert ist. In grösseren Baulichkeiten erhält jedes Stockwerk oder jede zusammengehörige grössere Abteilung von Räumen einen besonderen Haupthahn.

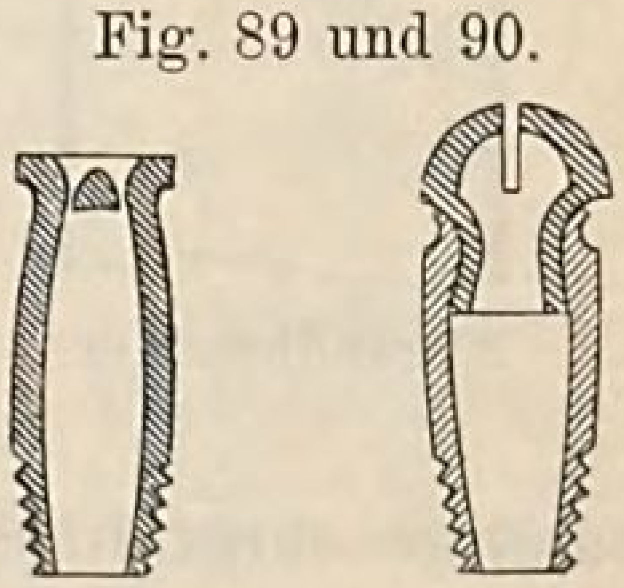
Bei Beleuchtungseinrichtungen von grösserem Umfange werden in der Gasleitung hinter dem Gasmesser Druckregler (Regulatoren) behufs Erhaltung gleichmässigen Druckes eingeschaltet. Diese Einrichtung gewährt den Vorteil, dass die Flammen gleichmässig brennen und dass der Gasverbrauch ein gleichmässiger ist. Man verwendet auch Druckregler für einzelne Flammen und für Gruppen solcher. Die Anlage grösserer Druckregler ist empfehlenswert, wenn die Leitung gleichzeitig Flammen und Heizeinrichtungen speisen soll, insbesondere auch, wenn an einzelnen Stellen zeitweilig ein grösserer Gasverbrauch stattfindet, oder wenn auch Gaskraftmaschinen der Leitung angeschlossen sind. In derartigen Fällen ist es zweckmässig, eine Leitung mit Druckregler für den regelmässigen Verbrauch und eine zweite Zweigleitung für die unregelmässig zu speisenden Bedarfsstellen anzulegen.

Die Mündungsstücke der Brenner werden aus schlechten Wärmeleitern, in der Regel aus Speckstein, Porzellan oder Lava gefertigt. Mündungsstücke aus Eisen oder Stahl haben den Nachteil, dass sich in ihnen leicht Graphit bildet, wodurch Verstopfungen eintreten und der Leuchtwert beeinträchtigt wird.

Die gebräuchlichen Brenner sind wie folgt zu gruppieren: a) offene Brenner, b) Rund- oder Argandbrenner, c) Flachbrenner mit Luftvorwärmung, d) Rundbrenner mit Luftvorwärmung und mit aufwärts gekehrter tulpenförmiger Flamme, e) Rundbrenner mit abwärts gekehrter (invertierter) Flamme.

Bei den offenen Brennern unterscheidet man Einlochbrenner, Schnittbrenner (Schmetterlings-, Fledermausbrenner) und Zweilochbrenner (Manchester-, Schottischer Brenner). Einlochbrenner eignen sich zur Beleuchtung von Arbeitsplätzen nicht. Zweilochbrenner (Fig. 89) sind für Arbeitslicht im allgemeinen vorteilhafter als Schnittbrenner (Fig. 90), weil bei veränderlichem Druck die Flammen in diesen Brennern geringeren Schwankungen unterworfen sind. Schnittbrenner geben erfahrungsmässig die beste Lichtwirkung, wenn das Gas dem Brenner bei möglichst niedrigem Druck entströmt; sie sind für

Fig. 89 und 90.



Zweilochbrenner und Schnittbrenner.

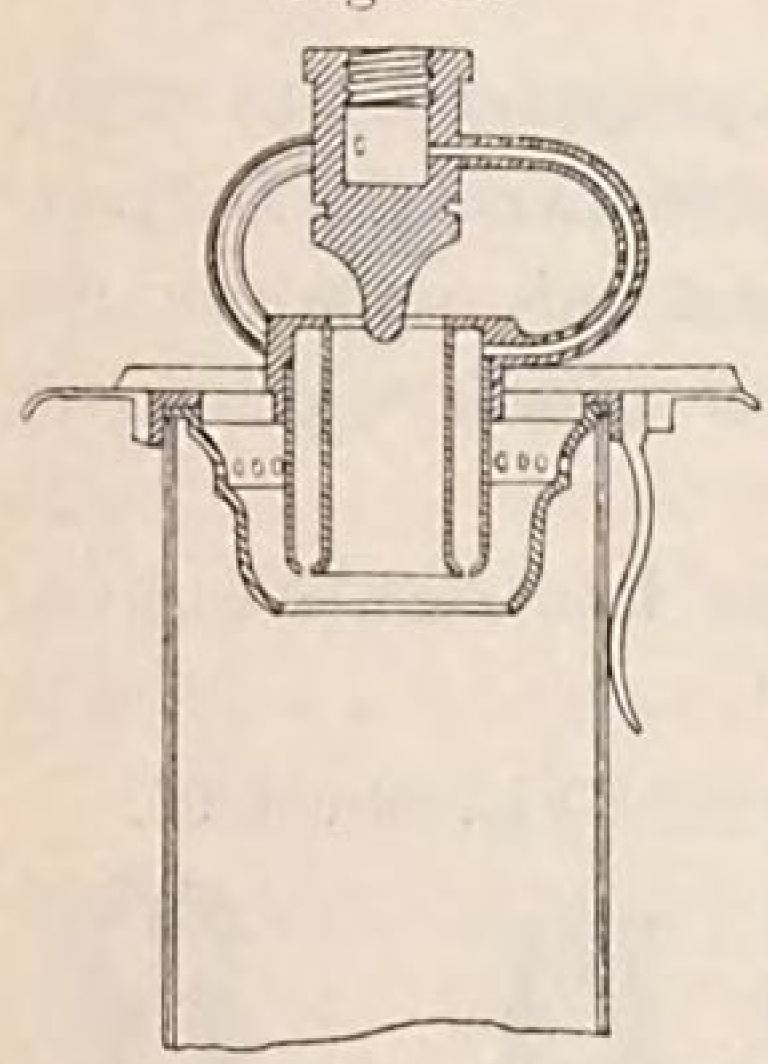
grössere Flammen, also namentlich für Aussenbeleuchtung (Strassenlaternen) vorteilhaft.

In den Leitungen für offene Brenner ist ein Gasdruck von 7 bis 15 mm erforderlich. Die Herabminderung des Druckes beim Austritt des Gases aus den Brennern wird entweder durch Verengung des Rohrquerschnittes unmittelbar vor dem Brenner (durch Stellschrauben oder durch Einschaltung kleiner Brenner unter der eigentlichen Ausströmungsöffnung) oder durch Verteilung des Druckes auf mehrere Mündungen (gekuppelte Brenner) bewirkt.

Die Flammen der offenen Brenner haben eine grosse Beweglichkeit und müssen daher, um für die Beleuchtung von Arbeitsstellen verwendbar zu sein, durch Schirme bedeckt werden. Die Anordnung der Lichtschirme muss derartig sein, dass nicht nur die Beweglichkeit der Flammen herabgemindert, sondern auch der Arbeitende vor dem direkten Licht geschützt und die Leuchtkraft dadurch besser ausgenutzt wird, dass das nach oben fallende Licht auf die Arbeitsstelle reflektiert wird. Ferner muss dem Schirm eine solche Lage gegen die Flamme gegeben werden, dass letztere nicht oben über den Schirm hervorragen kann; sobald letzteres eintritt, entsteht ein das Auge beeinträchtigendes Zwielicht, auch geht ein Teil der Leuchtkraft für die Arbeitsstelle verloren.

Rund- oder Argandbrenner sind zylinderförmige, aus Speckstein oder Porzellan gefertigte Brenner, bei denen das Gas aus dem oberen Rande durch zahlreiche kleine Löcher austritt. Die Flamme ist von zylinderförmiger Gestalt und wird durch einen Glaszylinder von etwa 150—200 mm Länge geschützt. Der Zylinder soll nur so hoch sein, dass die Flamme nicht russig brennt.

Fig. 91.



Argandbrenner.

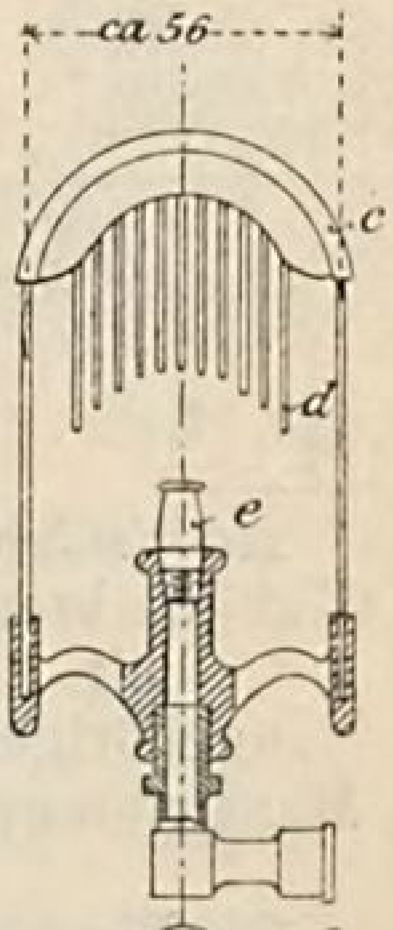
Zur Regelung und Vorwärmung des Luftzuges bei diesen Brennern wendet man Blechkegel oder einen innern Korb (Fig. 91) oder auch einen Dorn oder Stift in der Achse des Brenners an.

Von den unter c, d und e benannten Rund- und Flachbrennern mit Vorwärmung (Regenerativ-Brenner, auch Glanz- oder Hochlichtbrenner genannt) sind zahlreiche Konstruktionen im Gebrauch. Sämtliche Vorwärme-Brenner erfordern eine ständige sorgfältige Wartung, indem die Züge von Staub und Russ öfters gereinigt werden müssen, auch die Brenneröffnungen und Glocken stets sorgfältig rein zu halten sind. Geschieht dies nicht, so erleidet die Leuchtkraft eine ganz bedeutende Schmälerung, und der Brenner wird sich in kurzer Frist aus einem Leucht- in einen Heizkörper verwandeln.

Die Lampen der vorgenannten Hochlichtbrenner erfordern eine verhältnismässig hohe Aufhängung, einesteils der Lichtwirkung wegen, andernteils weil die Flammen eine grössere Wärmemenge in senkrechter Richtung ausstrahlen, so dass ein Aufenthalt unter und in nächster Nähe dieser Lampen auf die Dauer nicht erträglich ist. Diese Umstände lassen es nicht rätlich erscheinen, derartige Lampen für die Beleuchtung einzelner Arbeitsstellen zu verwenden, sie sind vielmehr nur da verwendbar, wo für einen Raum eine allgemeine, zentrale Lichtquelle genügend ist. Die Abzugsgase der Vorwärme-Flammen können sowohl zur Lüftung, wie auch zur Heizung der Räume (auch solcher, welche über dem beleuchteten Raum liegen) nutzbar gemacht werden, ohne dass eine Benachteiligung der Flammen eintritt. Die Einleitung der Abzugsgase in Schornsteine, an welche Öfen angeschlossen sind, die zeitweise nicht befeuert werden, ist nicht empfehlenswert, weil die Abzugsgase sich durch Abkühlung verdichten und in die Räume übertreten können.

Glühlicht-Brenner werden für Gase mit schwach leuchtender Flamme (insbesondere Wassergas) oder zur Verbesserung der Lichtwirkung gewöhnlicher Steinkohlengase verwendet. Das Eigenartige solcher Brenner besteht darin, dass in die Flamme ein fremder Körper gebracht wird, welcher in der Flammenwärme zur Weissglut kommt, wodurch ein grösserer Teil der aufgewendeten Wärme in Licht umgewandelt wird. Es giebt nur wenige Stoffe, die bei der höchsten erreichbaren Flammenhitze beständig bleiben, als solche sind u. a. zu nennen: Die Erden von Lanthan, Yttrium, Magnesium, Zirkon, Thorium, Erbin. Auf der Anwendung dieser Erden beruhen die bis jetzt bekannten Glühlicht-Brenner, von denen nachfolgend die wichtigsten beschrieben werden sollen.

Fig. 92.



Fahnehjelm-Glühlichtbrenner.
c Bügel. d Glühnadel. e Zweilochbrenner.

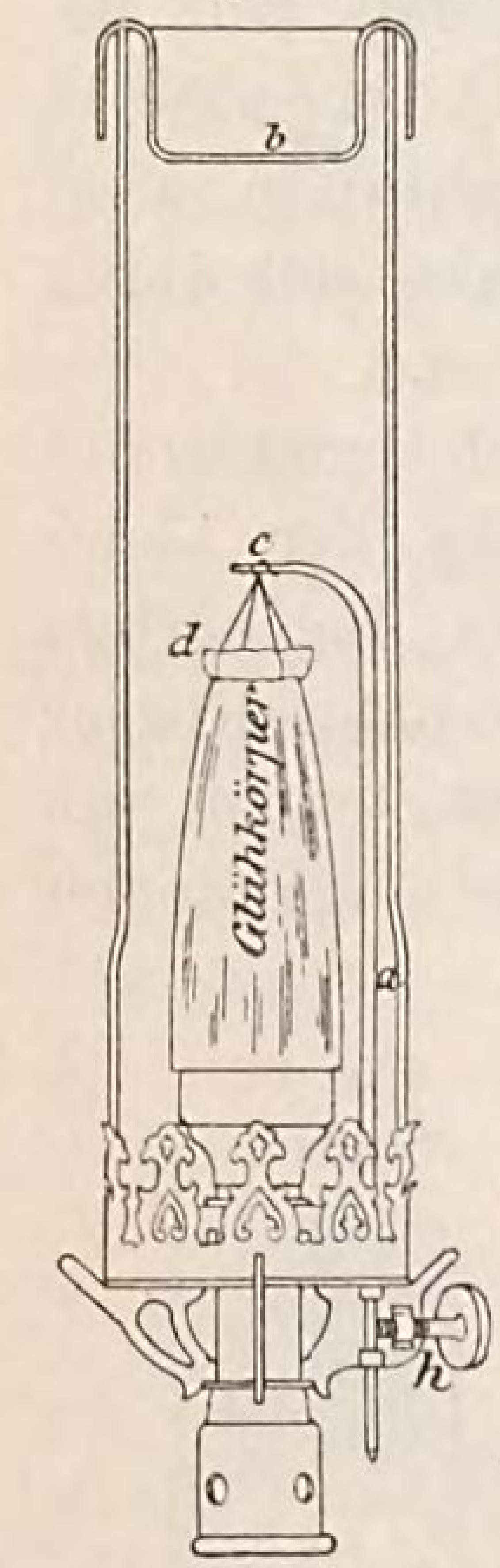
Der Fahnehjelm-Glühlichtbrenner[1]) dient für Wassergasbeleuchtung und besteht aus einzelnen in einem Rücken befestigten Glühnadeln aus Magnesia. Fig. 92 zeigt die von der Deutschen Wassergasgesellschaft zur Ausführung gebrachte Form. Der Träger oder Rücken der Nadeln besteht aus Metall, Porzellan, Thon, Speckstein u. dergl. Die Nadeln können ausgewechselt werden. Die in Essen benutzten Fahnehjelm'schen Glühkörper halten eine Brennzeit von 80 bis 100 Stunden aus. Bei einem stündlichen Verbrauch von 150 l Gas beträgt die Lichtstärke eines Brenners 12 bis 15 NK. Als besondere Vorzüge dieses Glühlichtes werden geltend gemacht: Die Möglichkeit, bei demselben die zartesten Farbentöne unterscheiden zu können; eine geringe Wärmeentwickelung, welche nur halb so gross ist als bei Steinkohlen-

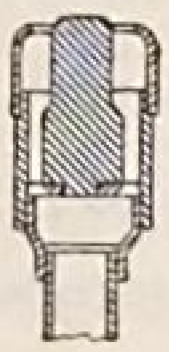
[1]) Max Geitel, Über das Wassergas und seine Verwendung in der Technik. Glaser's Annalen für Gewerbe- und Bauwesen Bd. 26, S. 32.

gas; geringe Bildung von Kohlensäure; ausserordentlich grosse Ruhe und Stetigkeit der Flamme. Eine andere gute Eigenschaft der Fahnehjelm'schen Kämme besteht darin, dass sie nach dem Verlöschen der Flamme noch 20 bis 25 Sekunden so stark glühen, dass eine etwa durch Wind oder unvorsichtigen Hahnschluss gelöschte Flamme sich wieder selbst entzündet.

Der von Dr. Auer von Welsbach (Wien) erfundene Glühlichtbrenner dient sowohl für Steinkohlen- wie für Wassergas; er ist in Deutschland als „Leuchtkörper für Inkandescenzgas-Brenner" patentiert. Das wesentliche der von Auer erfundenen Neuerung besteht darin, dass mit einem aus den oben genannten seltenen Erden gewonnenen Präparat ein Gewerbe imprägniert und dieses in der Gasflamme zum Glühen gebracht wird. Nachdem der Glühkörper (sogenannter Glühstrumpf) in die Flamme gebracht ist, ist nach wenigen Minuten heftigen Glühens der sich bildende Rückstand in seine bleibende Gestalt übergegangen; derselbe ist bei Weissglut biegsam und entwickelt ein ausserordentliches Lichtemissionsvermögen. Der Glühstrumpf (vergl. Fig. 93) wird an einem Neusilberstäbchen a mittels dünner, durch die Öse c geschobener Platindrähte d befestigt; das Stäbchen a wird durch kleine Augen des Brennerkreuzes eines Bunsenbrenners mit Glaszylinder gehalten. Der Brenner ist durch das Schräubchen h verstellbar. Fig. 94 stellt die Mündung des Bunsenbrenners dar; der eingeschaltete Glühkern beschränkt die Empfindlichkeit der Flamme gegen Abkühlung. Das aufzulegende Drahtstäbchen b soll das Zerspringen des Zylinders verhüten; dasselbe wird neuerdings weggelassen. Die Färbung des Lichtes ist je nach Wahl der Präparate weiss, lichtgelblich oder hellgrünlich. Das Licht ist dem Auge angenehm und übertrifft in dieser Beziehung das elektrische Licht; es brennt ohne alles Flackern, russt nicht und verursacht eine verhältnismässig geringe Wärmeausstrahlung. Bei gleicher Leuchtkraft betragen die Gasbeleuchtungskosten für das Auer-Glühlicht weniger als die Hälfte der bisherigen Beleuchtungskosten (bei Steinkohlengas). Ob dieses Licht für die Beleuchtung von Fabriken besondere Bedeutung gewinnen wird, kann noch nicht übersehen werden, da dasselbe bislang für diesen Zweck nur selten angewendet ist. Wahrscheinlich ist es, dass die den Fabrikbetrieben eigentümlichen Erschütterungen und Staubquellen die Brenndauer der Glühstrümpfe ungünstig beeinflussen werden.

Fig. 93 und 94.





Auer'scher Glühlichtbrenner mit zugehörigem Bunsenbrenner.

Die Verbesserung schwach leuchtender Gase ist nicht allein durch Glühkörper, welche mit dem Brenner verbunden werden, sondern auch dadurch zu erreichen, dass dem Gase entweder vor jedem Brenner oder an einer Stelle in der Hauptleitung schwere Kohlenwasserstoffe zugesetzt werden. Diese Schwängerung der Gase durch Kohlenwasserstoff (Karburierung) erfolgt für einzelne Brenner durch die sogenannte Albokarbon-Beleuchtung. Das Verfahren besteht darin, dass man das Leuchtgas durch Gefässe leitet, in welche festes Naphtalin gebracht ist, das durch die Hitze der Leuchtflamme oder durch eine besondere Heiz-

flamme verdampft und dadurch dem Leuchtgase beigemischt wird. Ungleich vorteilhafter und für den Betrieb einfacher ist die Kohlenwasserstoff-Schwängerung der schwach leuchtenden Gase in der Hauptleitung.

Die Firma W. Henning & Co. in Bruchsal (Baden) befasst sich mit der fabrikmässigen Herstellung der Kohlenwasserstoffe (Hydrokarbüre) für Beleuchtungszwecke und liefert gleichzeitig die dazu notwendigen Apparate. Letztere sind den Apparaten belgischen Ursprungs hinsichtlich der Sicherheit gegen Unfallgefahr überlegen. Der Karburierungsapparat,[1]) welcher in jedes Rohrnetz eingeschaltet werden kann, besteht in einem gusseisernen Behälter, durch welchen das Gas hindurchstreichen muss, bevor es in dem zu beleuchtenden Gebiete zur Verteilung gelangt. Indem das Gas über den flüssigen Kohlenwasserstoff, der aus einem eisernen Fass fortwährend zuläuft, hinwegstreicht, sättigt es sich mit dessen Dämpfen; die Aufnahme derselben wird noch dadurch erleichtert, dass in dem Behälter seiner Querrichtung nach in Rahmen eingespannte Litzen eines Gewebes eingesetzt sind, welche die Flüssigkeit in Art eines Dochtes ansaugen und dieselbe so unter vermehrter Oberfläche dem Gasstrome darbieten. Das mit den Dämpfen bereicherte Gas brennt mit glänzendem, weissem Licht und muss als ein vorzügliches intensives Arbeitslicht gelten. Da in diesem Licht die blauen und violetten Strahlen vorherrschen, ist die Wärmestrahlung verhältnismässig gering, ausserdem liegt ein grosser Vorzug dieser Beleuchtungsart darin, dass die Flammen verhältnismässig klein sind und demnach das Flackern derselben sehr gering ist.

Die Karburation des Kohlengases empfiehlt sich nicht für alle Betriebe in gleichem Maasse, sondern ist hauptsächlich geeignet für geschlossene Räume, grossen Gasverbrauch, unzureichendes Licht, zu kleine Leitungsrohre oder schwachen Druck.

In Bezug auf Hygiene und Feuersgefahr teilt das karburierte Gas mit dem gewöhnlichen Kohlengas die gleichen Mängel, nur insofern ist es vorteilhafter, weil es schwerer als das gewöhnliche Gas ist. Bei etwaigem Entweichen (Gasflucht) des Gases aus undichten Stellen senkt sich das karburierte Gas nach unten und macht sich durch starken Gasgeruch bemerkbar.

Karburationsapparate, bei welchen ein selbstthätiges Nachfüllen der Kohlenwasserstoffe nicht möglich ist, sind höchst gefährlich und dürften wegen ihrer Feuergefährlichkeit und im Interesse der Sicherheit der Bedienenden überhaupt nicht zugelassen werden.

Über die Zahl der Gasflammen für Arbeitsstätten liegen nur spärliche Angaben vor. Hirt[2]) rechnet für einen für 20 Mann bestimmten Arbeitssaal von 10 m Länge, 10 m Breite und 3—3$^1/_2$ m Höhe 3 Lichtflammen (Argand-Brenner mit Zylinder), bei sehr feinen Arbeiten 4 Flammen, welche eine stündliche Verbrennung von je 160—190 l Gas und eine Lichtstärke von 16 NK. haben. Auf 6—7 Mann kommt hiernach eine Flamme und bei feinen Arbeiten eine solche auf 5 Mann.

[1]) Karburation des Leuchtgases. Badische Gewerbezeitung 1892, 25. Bd., No. 44.

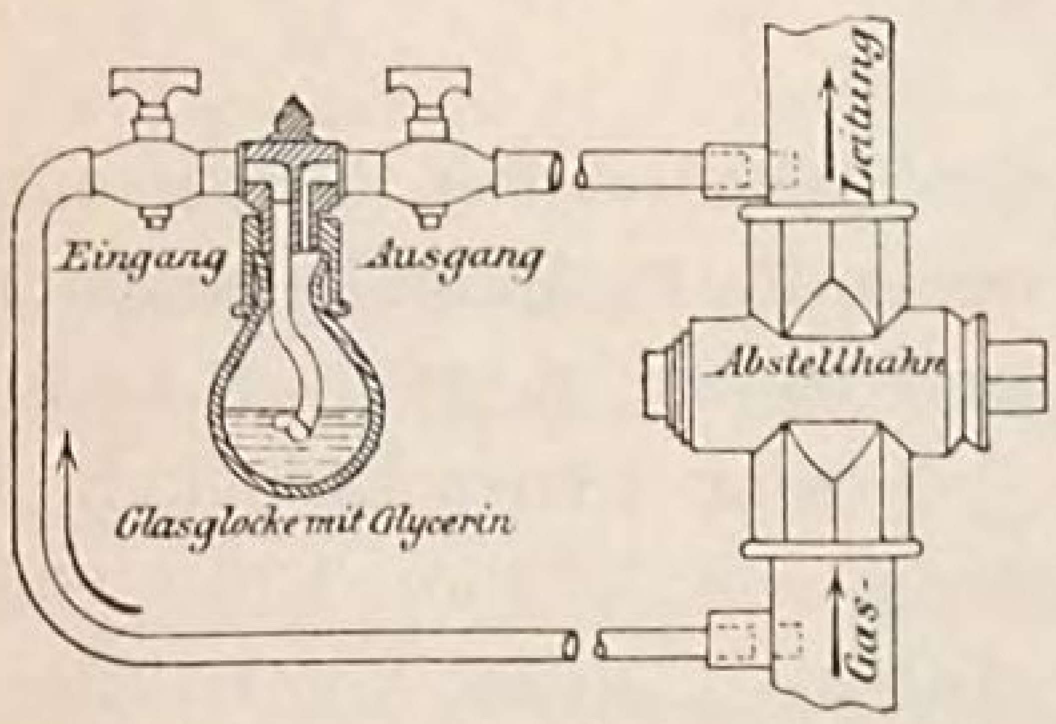
[2]) Hirt, Arbeiterhygiene in Eulenberg's Handbuch des öffentlichen Gesundwheitsesens, 1. Bd., S. 149. Berlin 1881.

Im allgemeinen kann für die Anordnung des künstlichen Lichtes die Regel gelten, dass die Quelle desselben sich da befinden muss, wo die Quelle des natürlichen (Fenster-) Lichtes liegt. Die gebräuchlichen offenen Flammen werden auf Wand- und Hängelampen angebracht und sind so zu verteilen, dass starke Schlagschatten vermieden werden. Unzweckmässig ist es, sowohl in Bezug auf den Lichteffekt, wie in Bezug auf den Gasverbrauch, viele oder auch nur Gruppen weniger Arbeitsstellen von einer einzigen Lichtquelle aus zu versorgen. Nur in Arbeitsräumen, in denen die Arbeitenden nicht an eine Stelle gefesselt sind, z. B. in den Pack- und Lagerräumen, ist eine gemeinsame Lichtquelle, welche den Raum in allen Teilen ausreichend beleuchtet, die günstigere.

Die Lichtflammen für Treppenbeleuchtung sind so anzuordnen, dass jeder Auftritt direktes Licht erhält. Die Lage der Lampen ist ferner so zu wählen, dass dieselben vom Anzünder leicht und ohne Zuhilfenahme von Leitern zu erreichen sind. Auf Treppen, in Gängen und Durchfahrten muss die Höhe der Flammen so bemessen werden, dass sie den Arbeitern, welche die zu verarbeitenden Materialien tragen, nicht im Wege sind. Um die Belästigung von Personen durch die ausstrahlende Wärme zu vermeiden, muss bei offenen Flammen mit 120—150 l stündlichem Gasverbrauch die Entfernung vom Kopfe etwa 1,00 m und bei Argand-Flammen etwa 1,50 m betragen. Diese Entfernungen verringern sich entsprechend, wenn zwischen den Flammen und den Köpfen der Personen ein Lichtschirm angebracht ist.

Ein Entweichen von Gas kann dadurch entstehen, dass die Leitung oder die Beleuchtungsgegenstände undicht werden oder dass durch eine kurze Unterbrechung in der Gaslieferung (versehentliches Schliessen des Haupthahnes, Rückschlag durch schlechte Druckregler u. s. w.) Flammen verlöschen. Die ständige Prüfung der Dichtheit der Leitungen und Lampen, sowie die Kontrolle, dass nach Schluss des Haupthahnes sämtliche Brenner geschlossen sind, erreicht man durch die in Fig. 95 dargestellte Einrichtung.

Fig. 95.



Vorrichtung für die Prüfung der Dichtheit von Gasleitungen.

Dieselbe besteht darin, dass von einer Stelle vor dem Haupthahn eine kleine Rohrleitung nach einer Stelle hinter dem Haupthahn geführt ist, in die eine kleine mit Glyzerin gefüllte Glasglocke eingeschaltet ist. Ist der Haupthahn geschlossen und ist die Leitung überall dicht, so können sich an den kleinen, etwa 2 mm tief in das verdünnte Glyzerin eintauchenden Glasröhrchen nur allmählich kleine Gasblasen bilden.

Wenn jedoch ein schnelles Aufsteigen der Blasen, eine Art Brodeln, eintritt, dann ist die Leitung undicht, oder es sind Brenner offen. Nach der Untersuchung sind die beiden Hähne an der Glasglocke wieder zu schliessen.

Das selbstthätige Schliessen der Brenner nach dem Schluss des Haupthahns wird durch den von Lux in Mannheim hergestellten Jahn'schen Sicherheitsflammenregler bewirkt. Die Vorrichtung, welche unter jedem Brenner zu befestigen ist, beruht darauf, dass der Gasdruck einen membranartigen Schwimmer in der Schwebe hält, welcher beim Aufhören des Druckes den Gaszufluss absperrt.

J. Birsch und D. Hendersohn's Selbstschlussbrenner schliesst beim Verlöschen der Flamme. Der Abschluss und die Zulassung des Gasdurchganges durch diesen unter dem Brenner einzuschaltenden Apparat wird durch einen Schwimmzylinder bewirkt, der durch Erkaltung oder Erwärmung eingekapselter Luft den Gasdurchgang hemmt oder freigiebt. Über den praktischen Wert der beiden zuletzt beschriebenen Apparate liegen uns keine Angaben vor.

3. Elektrische Beleuchtung.[1]) Zur Erzeugung des elektrischen Stromes für Beleuchtungszwecke werden fast ausnahmslos Dynamomaschinen verwendet, die entweder direkt die Lichtleitung speisen oder Akkumulatoren laden, welche die aufgespeicherte Energie nach Bedarf wieder abgeben. Nach Art der Stromerzeugung unterscheidet man Wechselstrom-, Gleichstrom- und Drehstrom-Dynamomaschinen.

Bei der Anwendung von Akkumulatoren[2]) reichen für eine Beleuchtungsanlage verhältnismässig kleine Kraft- und Dynamomaschinen aus, weil man letztere während der ganzen Tageszeit arbeiten lassen kann und der Akkumulator beim Eintritt des Lichtbedürfnisses die Dynamomaschine bei der Lichtlieferung unterstützt oder den Lichtbedarf allein deckt. Übernimmt der Akkumulator die Unterstützung der Dynamomaschine, so wird bei, bis zu gewissen Grenzen, ungleichmässigem Gange der Betriebsmaschine der Akkumulator einen Ausgleich bewirken, so dass stets für ein ruhiges, gleichmässig hell brennendes Licht gesorgt ist.

Die Einrichtung der Dynamomaschinen und Akkumulatoren kann hier als bekannt vorausgesetzt werden.

Die Lichterzeugung vermittels des elektrischen Stromes geschieht in der Weise, dass entweder an einer Stelle der ununterbrochenen Leitung ein leitender Körper von grossem Widerstande eingeschaltet wird, der beim Durchfliessen des Stromes bis zur Weissglut erhitzt wird und dadurch die Lichterscheinung erzeugt, oder dass die Leitung an einer

[1]) Litteratur: H. Blessinger, Die elektrische Beleuchtung industrieller Anlagen. Kiel und Leipzig 1892. — W. Vogel und C. Junk, Grundzüge der Elektrotechnik in der Baukunde des Architekten, Bd. I, 2, S. 833 ff. Berlin 1891. — Th. Schwartze, Beleuchtungswesen im Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung, I. Bd. Berlin 1890 u. a.

[2]) Lieferant: Akkumulatorenfabrik Aktiengesellschaft, Hagen i. W.

Stelle unterbrochen wird, damit hier der Strom zwischen zwei Spitzen übertritt, wobei der sich zwischen den Leiterspitzen bildende Lichtbogen (Davy'scher·Lichtbogen) das Licht hervorbringt, welches durch die bis zum Weissglühen erhitzten Leiterspitzen noch verstärkt wird. Im ersteren Falle nennt man die Beleuchtung Glühlicht-, im anderen Falle Bogenlicht-Beleuchtung.

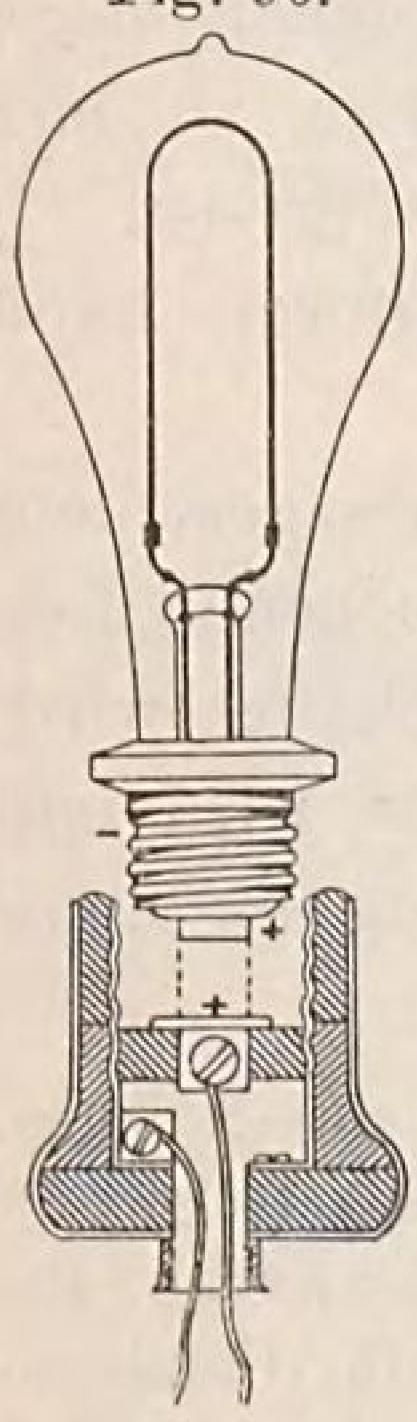
In Bezug auf die Verteilung des elektrischen Stromes ist zu bemerken, dass dieselbe direkt oder indirekt zur Speisung der Lampen angeordnet sein kann. Der Strom der Maschine wird also unmittelbar in die Lampen geleitet, oder derselbe wird erst zur Herabminderung der Spannung auf eine für den Betrieb geeignete Höhe durch gewisse Zwischenapparate geleitet, oder es wird die Betriebsenergie auch zeitweise in gewissen Apparaten aufgesammelt, um zu geeigneter Zeit ohne weitere Beihilfe der Maschine Verwendung zu finden.

Für den ersteren Zweck dienen die Transformatoren, für den zweiten Zweck die schon erwähnten Akkumulatoren oder Sekundärbatterieen.

Bei der Stromzuleitung können drei verschiedene Schaltungsweisen der Lampen zur Anwendung kommen, nämlich:

1. die Reihenschaltung oder Hintereinanderschaltung;
2. die Parallelschaltung oder Nebeneinanderschaltung;
3. die gemischte Schaltung, wobei Reihenschaltung von parallel geschalteten Lampengruppen oder Gruppenschaltung von hintereinander geschalteten Lampen ausführbar ist.

Fig. 96.



Edison'sche Glühlampe.

Die elektrische Glühlichtbeleuchtung hat erst seit der Erfindung der Edison'schen Glühlampe (Fig. 96) praktische Verwertung gefunden. Als leuchtenden Körper verwendet man dabei allgemein Kohlenfäden von sehr geringem Querschnitt und dementsprechend grossem Widerstand (bis 250 Ohm).

Der, meistens aus Pflanzenfasern mit vollständig gleichförmigem Querschnitt hergestellte Kohlenfaden wird an seinen Enden mit Platindrähten leitend verbunden und dann in eine Glashülse von kugel- oder birnenförmiger Gestalt so eingeschmolzen, dass die Drähte aus derselben hervorragen. Um den Kohlenfaden vor dem Verbrennen zu schützen, wird die Glashülse der Lampe vor dem Zuschmelzen luftleer gepumpt. Die eigentliche Glühlampe wird an einem Ende mit einer Metallfassung (vergl. Fig. 96) versehen. Dieselbe ermöglicht ein leichtes Auswechseln der Lampe und ist so eingerichtet, dass entweder beide Drähte sowohl von einander als von der Fassung isoliert sind und an besonders eingekittete Metallstückchen anschliessen, oder es wird nur der eine Draht, von der Fassung isoliert, zu einem solchen eingekitteten

Metallstückchen geleitet, während der andere direkt an die Lampenfassung angeschlossen ist. Die Lampenfassung wird durch eine Metallhülse, an welche die Zuleitungsdrähte anschliessen, so verbunden, dass die Kontaktflächen beider in Berührung kommen und der zugeführte Strom durch den Kohlenfaden geschlossen wird.

Die Lichtstärke der Glühlampen hängt von der Oberfläche des Kohlenfadens ab, die Betriebsspannung ist dagegen von dem Widerstande desselben abhängig. Letzterer nimmt mit der Länge und mit abnehmendem Querschnitt zu, so dass eine Lampe für hohe Spannung einen längeren und dünnen, dagegen eine solche für niedrige Spannung einen kurzen und dicken Kohlenfaden erfordert.

Die verschiedenen Glühlampenkonstruktionen unterscheiden sich von der Edison'schen nur unwesentlich und weichen von derselben nur in der Form und der Herstellungsart des Kohlenfadens, der Form der Glashülse und der Art der Fassung ab.

Der Strom- oder Arbeitsverbrauch schwankt bei den verschiedenen Systemen zwischen 3 bis 4 Volt-Ampère auf eine Kerzenstärke. Mit Zunahme der Leuchtkraft nimmt der Arbeitsverbrauch im allgemeinen ab, so dass dementsprechend der Nutzeffekt der stärkeren Lampen grösser als bei schwächeren ist. Man wird jedoch meist nicht in der Lage sein, hieraus Vorteil zu ziehen, da die Leuchtkraft der Lampen durch den Verwendungszweck bedingt ist.

Die Lebensdauer einer Glühlampe beträgt bis zu 2000 Brennstunden unter der Voraussetzung, dass dieselbe mit einem Strom von nicht grösserer Spannung gespeist wird, als für welche sie angefertigt ist. Die Lebensdauer der Glühlampen ist ausserdem abhängig von der Regelmässigkeit der Stromspannung, von dem Grade der Luftleere der Glashülsen und von der Gleichförmigkeit des Kohlenfadens. Während des Betriebes tritt eine ganz allmähliche Zersetzung des Kohlenfadens ein; von demselben werden ganz kleine Teilchen abgesprengt, die sich in Form eines braunen Hauchs auf das Innere der Glashülse absetzen und diese trüben, wodurch die Leuchtkraft bedeutend vermindert wird. Wenn die Stromrichtung für die Glühlampen von Zeit zu Zeit gewechselt wird, so wird die Lebensdauer vergrössert, weil vornehmlich an dem Ende des Fadens, wo der positive Strom in denselben eintritt, eine Absprengung kleiner Kohlenteilchen stattfindet und demnach bei wechselndem Strom die grössere Abnutzung auf beide Fadenenden verteilt wird. Der Widerstand des Kohlenfadens in der Glühlampe nimmt mit der Temperaturerhöhung sehr bedeutend ab, und die Änderung der Lichtstärke ist aus diesem Grunde schon bei geringen Stromschwankungen sehr bemerkbar.

Bei der in einem Arbeitsraum einzurichtenden Beleuchtung rechnet man gewöhnlich für einen Arbeitsplatz eine sechzehnkerzige Lampe, doch genügt auch schon das Licht einer zehnkerzigen, wenn die Natur der

Arbeiten eine besonders helle Beleuchtung nicht erfordert oder wenn die Arbeitsverrichtung in unmittelbarer Nähe der Lampe geschehen kann.

Der dünne, sehr hell leuchtende Kohlenfaden übt auf das Auge eine verhältnismässig starke und daher schädliche Erregung aus, die Glühlampen sollten daher mit einem Schirm umgeben werden, der die Augen des Arbeitenden der direkten Einwirkung der Lichtquelle entzieht. Zur Erreichung des gleichen Zweckes hat man neuerdings die Glühlampen auch mit Glocken aus matt geätztem Glase oder Milchglas versehen, wodurch freilich das Licht bis zu 25% geschwächt wird.

Nach Veit ist die Lichtmenge, welche von der Flächeneinheit des leuchtenden Kohlenfadens ausgeht, 133mal grösser als die gleiche Lichtmenge eines Argandbrenners. Nach Renk verhalten sich dagegen die leuchtenden Flächen einer Argandlampe und eines Glühlichtfadens, wie solche im Hintergrunde des Auges gebildet werden, nur wie 1 : 7, dagegen beim Vergleich von gleich hellen Glühlampen und Schnittbrennern wie 1 : 12. Man hat daher anzunehmen, dass das elektrische Licht einer Glühlampe das Auge siebenmal stärker erregt als ein Argandbrenner, und zwölfmal stärker als ein Schnittbrenner.[1])

In Betreff der Feuersgefahr der Glühlampen ist zu erwähnen, dass die Möglichkeit der Zündwirkung eine geringe ist; sie kann sich jedoch immerhin so weit steigern, dass die mit der Glasglocke in Berührung kommenden brennbaren Stoffe verkohlen oder sich entzünden, wenn die Glasglocke nicht ausreichend luftleer gemacht wurde.

Die Bogenlichtbeleuchtung erfolgt durch die sogenannten Bogenlampen. Die Einrichtung derselben besteht im wesentlichen darin, dass zwei Kohlenstäbe, durch welche der elektrische Strom geleitet wird und welche an den Spitzen abbrennen, durch einen besonderen Mechanismus um eine bestimmte Länge von einander entfernt gehalten werden.

Die bei der Bildung des Lichtbogens an den Kohlenspitzen entstehende Temperatur ist so hoch, dass dieselben in helle Weissglut versetzt werden und allmählich verbrennen. Bei gleichbleibender Stromrichtung zeigt sich sehr bald ein wesentlicher Unterschied in dem Verhalten der beiden Kohlenstäbe. Die positive Kohle, d. h. diejenige, an welche der positive Pol der Lichtmaschine angeschlossen ist, glüht stärker und brennt etwa doppelt so schnell ab wie die negative; ihre glühende Spitze bildet sich zu einer kraterförmigen Vertiefung aus, welche gewissermaassen als Hohlspiegel wirkt; die negative Kohle spitzt sich dagegen vollständig zu. Ausserdem wird die positive Kohle auf eine weit längere Strecke glühend als die negative Kohle, und bei Unterbrechung des Stromes glüht auch die positive Kohle viel länger nach als die negative. Die positive Kohle wird demnach viel stärker erhitzt als die negative, und die von der ersteren ausgestrahlte Lichtmenge ist grösser als die der letzteren. Die Lichtmenge der positiven Kohle beträgt etwa 85% des ganzen überhaupt ausgestrahlten Lichtes, während die negative Kohle nur etwa 10% und der Lichtbogen nur 5% ausstrahlt. Da die kraterförmige Vertiefung an der positiven Spitze wie ein Hohlspiegel wirkt und da diese Spitze die grösste Lichtmenge ausstrahlt, so wird man gewöhnlich die negative

[1]) Th. Schwartze a. a. O. S. 675.

Kohle b unter der positiven a (Fig. 97) anbringen, auch für b den geringeren Querschnitt nehmen, um weniger Schattenwurf zu erhalten. Die Lichtstärke nach den verschiedenen Richtungen wird durch das Diagramm (Fig. 98) veranschaulicht. Am grössten ist die Leuchtkraft in den Richtungen, die gegen die Horizontalebene um 30 bis 50° nach unten geneigt liegen.

Bei Anwendung von Wechselströmen brennen die Kohlenstäbe beide spitz und im gleichen Maasse ab; auch strahlt das Licht, soweit die Kohlenstäbe der Strahlung nicht hinderlich sind, gleichmässig nach allen Seiten aus. Für Beleuchtungszwecke ist letzteres ein wesentlicher Nachteil; dem Bogenlicht mit Gleichstrom muss demnach in der Regel der Vorzug gegeben werden.

Fig. 97.

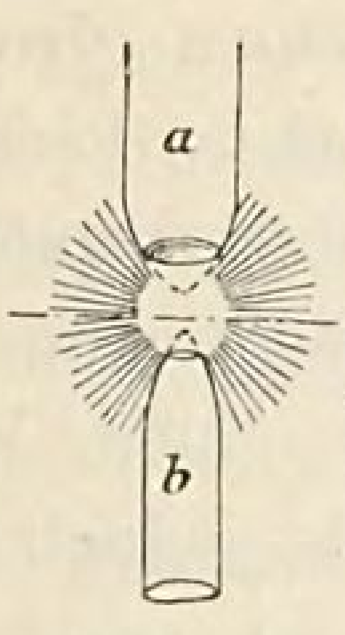
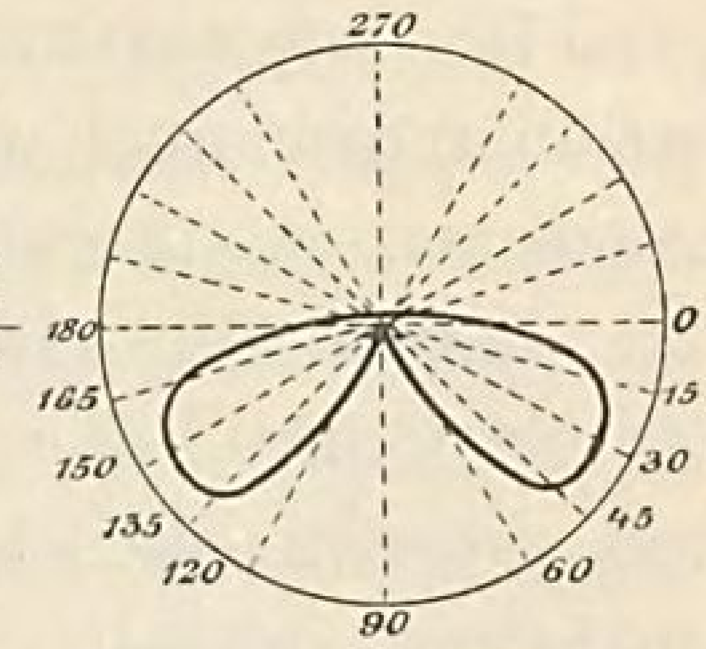


Fig. 98.



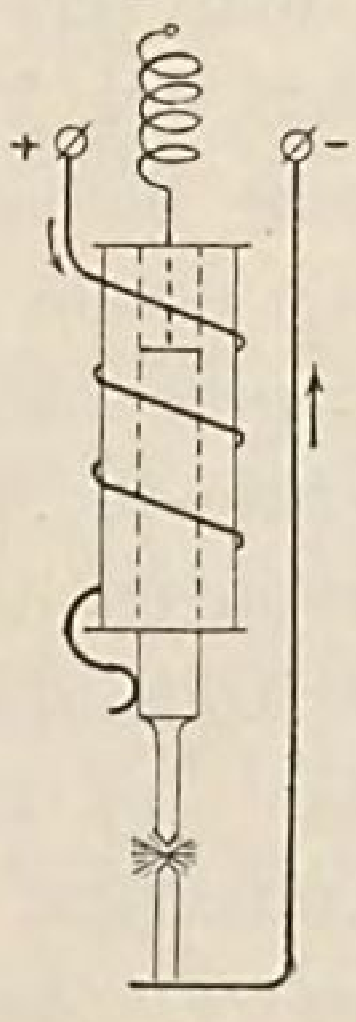
Kohlenspitzen mit Lichtbogen und Diagramm der Lichtstärke des Bogenlichts.

Bei der Anwendung von Gleichstrom wird die Kraterbildung der positiven Spitze nur dann in regelmässiger Weise erfolgen, wenn die Achsen beider Kohlen genau zusammenfallen. Um zu vermeiden, dass der Strom am Rande der Kohlen übertritt, wodurch stets ein unruhiges flackerndes Licht durch den am Rande hin- und herspringenden Lichtbogen erzeugt wird, sowie um die Kraterbildung der positiven Kohle zu unterstützen, benutzt man für letztere sogenannte Dochtkohlen. Dieselben besitzen in ihrer Achse einen einige Millimeter dicken poröseren und besser leitenden Kern.

Das ruhige Brennen der Lampe hängt ausserdem von dem Gleichbleiben der Länge des Lichtbogens ab. Bei zu grossem Abstand der Kohlen tritt Flammenbildung und Flackern auf, und schliesslich erlischt die Lampe; bei zu kleiner Entfernung wird dagegen die Lichtstärke durch das Schattenwerfen der Kohle vermindert. Für die bei der Bogenlichtbeleuchtung übliche Spannung von etwa 40 bis 55 Volt beträgt die Lichtbogenlänge: 1 bis 2 mm bei 3 bis 8 Ampère, 2 bis 3 mm bei 8 bis 10 Ampère, 4 bis 5 mm bei 10 bis 20 Ampère.

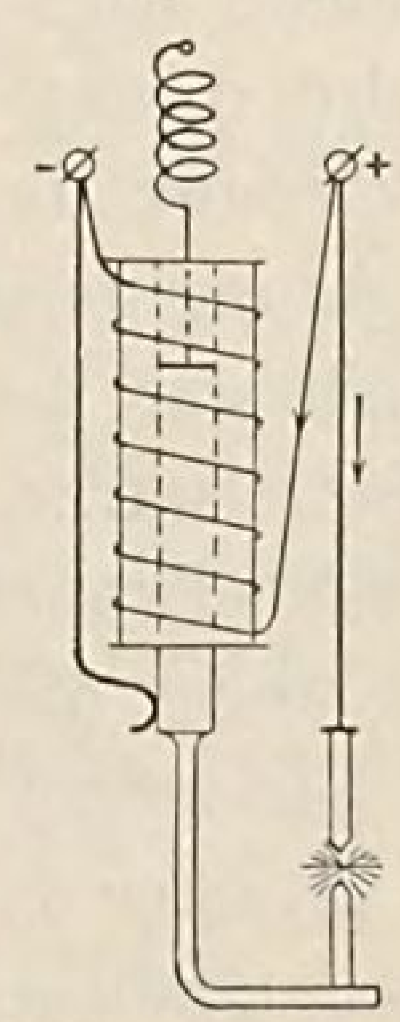
Die gebräuchlichen Lampenkonstruktionen lassen sich, je nach der Art und Weise wie der elektrische Strom zur Regulierung benutzt wird, in drei Gruppen teilen. Bei den zur ersten Gruppe gehörigen Lampen, d. h. den Hauptstrom- oder Einzellicht-Lampen (Fig. 99), liegt der Regulierungsmagnet im Hauptstrom. Der Wirkung des Elektromagneten wird durch eine andere Kraft, z. B. durch eine Feder, das Gleichgewicht gehalten. Die Lampe reguliert auf gleichbleibende Stromstärke. Bei den zur zweiten Gruppe gehörigen Nebenschlusslampen (Fig. 100) wird

Fig. 99.



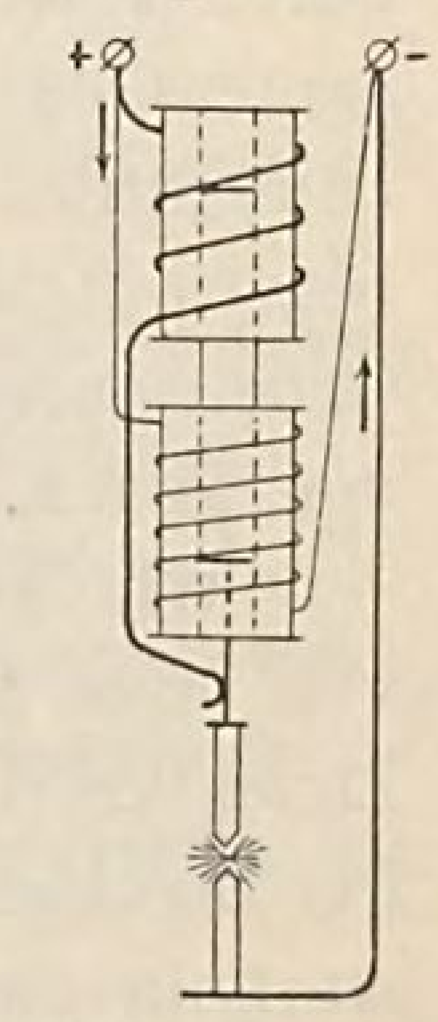
Hauptstrom- oder Einzellichtlampe.

Fig. 100.



Nebenschlusslampe.

Fig. 101.



Differentiallampe.

nicht der Hauptstrom, sondern ein von diesem abgezweigter Nebenstrom zur Regulierung benutzt. Die Lampen regulieren auf gleichbleibende Spannung. Bei den unter die dritte Gruppe fallenden Differentiallampen (Fig. 101) wird zur Regulierung die Differenzwirkung zwischen dem Haupt- und einem Nebenstrom verwendet. Diese Lampen regulieren auf gleichbleibenden Lichtbogenwiderstand.

Die Lichtstärken einer Lampe, welche mit verschiedenen Stromstärken betrieben wird, verhalten sich annähernd wie die Stromstärken. Auch ist, wie bereits erwähnt, die nach den verschiedenen Richtungen hin ausgestrahlte Lichtmenge sehr verschieden; im allgemeinen ist die Ausstrahlung unter einem Winkel von etwa 35^0 gegen die Horizontale am grössten; dies ist jedoch bei den einzelnen Lampenkonstruktionen verschieden, deshalb ist auch eine genaue Angabe der Lichtstärke einer Lampe nicht ohne weiteres möglich. Man giebt als Anhalt für allgemeine Vergleichszwecke entweder das Maximum der Lichtstärke oder einen ungefähren Mittelwert derselben an. Im allgemeinen kann man für die mittlere Lichtstärke einer Lampe 100 Normalkerzen auf je 1 Ampère Stromstärke bei Lampen von 3—12 Ampère annehmen; das Maximum der Lichtstärke ist dann ungefähr doppelt so gross, beträgt also etwa 200 Normalkerzen für 1 Ampère Stromstärke.

Die Beleuchtung einer Fläche nimmt bekanntlich mit dem Quadrate der Entfernung von der Lampe ab; da nun die Lichtstärke einer Bogenlampe im einfachen Verhältnis der Stromstärke zunimmt, so ist ersichtlich, dass, wenn man n Ampère zur Erzielung einer bestimmten Helligkeit auf einer bestimmten Fläche gebraucht, für dieselbe Fläche in der doppelten Entfernung 2^2 n A. nötig werden. Die Beleuchtung der Fläche durch eine Lampe wird an den verschiedenen Stellen sehr ungleich sein, namentlich wird direkt unter der Lampe sich eine durch Schattenwurf beträchtlich verdunkelte Stelle befinden. Um eine gleichmässigere und bessere Beleuchtung derselben Fläche zu erzielen, kann man bei gleichem Arbeitsaufwande statt der Lampe von 2^2 n A. Stromstärke, $2 . 2 = 4$ Lampen von je n A. Stromstärke verwenden.

Wie bereits erwähnt, besitzen die von einer Lampe in der Richtung von etwa 35^0 gegen die Horizontale ausgehenden Lichtstrahlen die grösste Leuchtkraft; bezeichnet man den Radius eines auf einer Fläche durch die Strahlen grösster Lichtintensität gebildeten Kreises mit r und den Abstand zwischen beleuchteter Fläche und Lampe mit h, so ist $\frac{h}{r} = \text{tg } 35^0$ oder $r = 1,43$ h. Würde man zwei Lampen in horizontaler Richtung um $2 r =$ rund 3 h von einander entfernt aufhängen, so würden zwischen den Lampen die Kreise der grössten Helligkeit zusammenfallen, und würde dadurch eine sehr ungleiche Flächenbeleuchtung hervorgerufen. Der Übel-

stand wird vermieden, wenn die Lampen in einer Entfernung von etwa 4 h von einander angebracht werden, weil dann in der Mitte zwischen beiden Lampen etwa dieselbe Helligkeit erzeugt wird, die eine Lampe im Kreise ihrer grössten Lichtintensität aufweist. Bei Innehaltung einer gegenseitigen Entfernung von 4 h wird man mit einer grösseren Zahl kleinerer Lampen nicht nur eine grössere Fläche beleuchten als mit einer einzigen entsprechend grösseren Lampe, sondern man wird auch den Vorteil einer gleichmässigeren Lichtverteilung und einer Milderung der störenden Schlagschatten erzielen. Rückt man die Lampen bis auf etwa 1,8 bis 2 h zusammen, so wird der unter jeder Lampe befindliche Schatten durch die von der Nachbarlampe ausgehenden, am stärksten leuchtenden Strahlen erhellt. Die hierdurch erzielte grössere Helligkeit und die entsprechende grosse Zahl von Lampen wird nur nötig, wenn die Art der auszuführenden Arbeiten eine sehr grosse Helligkeit und allseitige Beleuchtung erforderlich macht.

Blessinger[1]) giebt die für die Beleuchtung einer bestimmten Fläche in verschiedenen Werkstätten erforderliche Lichtmenge durch die Stromstärke an, von welcher die Lichtstärke einer Lampe vornehmlich abhängig ist; indem er voraussetzt, dass die Betriebsspannung einer Lampe 45 bis 50 Volt beträgt, empfiehlt dieser Autor zu wählen:

1) Für Maschinenwerkstätten, Drehereien, Tischlereien u. s. w., wenn zu den Arbeiten selbst keine Nebenbeleuchtung verwendet werden soll — also nicht neben der elektrischen Beleuchtung noch Gas- oder Lampenbeleuchtung vorhanden ist — für 1 qm Grundfläche $^1/_{20}$ bis $^1/_{25}$ Ampère.

2) Für die allgemeine Beleuchtung solcher Werkstätten — wenn also zu den Arbeiten selbst noch Gas- oder Lampenbeleuchtung benutzt wird — für 1 qm Grundfläche $^1/_{50}$ bis $^1/_{60}$ Ampère.

3) Für allgemeine Hofbeleuchtung für 1 qm Grundfläche $^1/_{200}$ bis $^1/_{250}$ Ampère.

Wo es sich um die Herstellung sehr feiner und sauberer Arbeiten handelt, sei jedoch die Wahl grösserer Werte für die Lichtmenge zu empfehlen. Es sei in neuester Zeit beispielsweise für Drehereien $^1/_7$ bis $^1/_8$ Ampère, für Schlossereien $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ Ampère und für Montagewerkstätten $^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ Ampère für 1 qm Grundfläche zur Anwendung gekommen und für die Entfernung der Lampen 1,8 bis 2 h gewählt, um die Lichtstärke der einzelnen Lampen zu beschränken.

Für die geringsten Aufhängehöhen der Lampen (Höhe bis zum Lichtbogen) berechnet Blessinger folgende Werte:

[1]) a. a. O. S. 59.

Stromstärke	4	6	9	12	16 Ampère.
Mindesthöhe bis zum Lichtbogen	2,8	3,2	3,75	4,35	5 m.

Bei diesen Maassen soll dieselbe Helligkeit erzielt werden wie mit einer 16kerzigen Glühlampe in etwa $^3/_4$ bis 1 m Entfernung. Vorteilhaft ist es, die Höhe für die Aufhängung noch etwas zu vergrössern, weil sonst das Licht mehr blendend als erleuchtend wirkt.

Um das grelle Licht der Bogenlampen zu mildern und mehr zu zerstreuen, wird man die Lampen mit mattierten Schutzglocken umgeben. Nach v. Hefner-Alteneck wird der hierdurch entstehende Lichtverlust etwa 15 % bei Alabasterglas, 20 % bei Opalglas und 30 % bei Milchglas betragen.

Bei einer Vergleichung von Glühlicht und Bogenlicht ergiebt sich, dass das Bogenlicht nur für Aussen- (Hof-) Beleuchtung und für allgemeine Beleuchtung von verhältnismässig hohen Arbeitsräumen geeignet ist, weil das Licht, selbst mit Schutzglocke, auf das Auge in der Nähe blendend einwirkt. Glühlampen, welche ein milderes Licht haben und mit geringerer Leuchtkraft hergestellt werden können, wird man vorwiegend zur Beleuchtung einzelner Arbeitsstätten und überhaupt dort verwenden, wo sonst einzelne Gasflammen gebräuchlich sind. (Über Vor- und Nachteile der elektrischen Beleuchtung siehe auch Abschnitt I, S. 27 u. 28.)

Die Unfallgefahr, welche den elektrischen Lichtanlagen anhaftet, liegt in der Möglichkeit der Entstehung von Bränden einerseits und der Schädigung des menschlichen Organismus andererseits. Die letztgenannten Unfälle entstehen dadurch, dass Personen durch zufällige Berührung oder durch unvorsichtiges Manipulieren mit mangelhaft isolierten Leitungsteilen von Strömen getroffen werden. Unfälle dieser Art können vermieden werden, wenn die Anlage der Leitungen gewissenhaft und sachgemäss ausgeführt ist. Beide Leiter müssen durch sorgfältige Befestigung vollkommen isoliert und so weit von einander entfernt sein, dass eine gleichzeitige Berührung beider ausgeschlossen ist. Namentlich müssen Leitungen, die von Strömen von irgendwie gefahrdrohender Spannung durchflossen werden, so verlegt sein, dass eine Berührung von unberufener Hand ausgeschlossen ist. Wo hochgespannte Wechselströme die Anlage von Transformatoren bedingen, sind diese von den Gebäuden fernzuhalten und vor denselben in gut gesicherten Hohlräumen unterzubringen. Durch sorgfältige Arbeit und gewissenhafte Überwachung ist die Möglichkeit solcher Unfälle auszuschliessen, welche etwa dadurch entstehen könnten, dass ein Durchschlagen der Isolierschichten zwischen primärer und sekundärer

Leitung und damit der Eintritt hoher, unmittelbar lebensgefährlicher Spannungen in bewohnte Räume stattfindet.[1])

Was die Feuersicherheit der elektrischen Beleuchtung anlangt, so ist dieselbe eine verhältnismässig grosse und übertrifft diejenige jeder anderen Beleuchtungsart. Die Möglichkeit, dass eine Erhitzung der Stromleitungen eintreten und durch die verursachte Entzündung umgebender Teile ein Schadenfeuer entstehen kann, ist immerhin vorhanden, und es erwächst die Verpflichtung, den unmittelbar oder mittelbar dadurch auch für Leben und Gesundheit von Menschen erwachsenen Schädlichkeiten vorzubeugen.

Die Ansichten über die Vorkehrungen, welche getroffen werden müssen, damit bei elektrischen Betrieben ein Brandfall durch unzulässige Wärmewirkungen des elektrischen Stromes — sei es infolge der Einrichtung selbst, sei es durch unbeabsichtigten, unverständigen, leichtsinnigen oder böswilligen Eingriff — ausgeschlossen ist, gehen noch beträchtlich auseinander.

Die Feuerversicherungs-Gesellschaften haben zuerst — da sie das nächstliegende Interesse daran hatten — Vorschriften für die Einrichtung elektrischer Betriebe getroffen. Die von den deutschen Feuerversicherungs-Gesellschaften aufgestellten Vorschriften[2]) sind nach May völlig unzureichend, weil es sehr wohl möglich sei, mit einer elektrischen Anlage diesen Vorschriften zu entsprechen, ohne die Möglichkeit eines Brandfalles mit Sicherheit zu vermeiden. Von allen in der Praxis angewendeten Feuersicherheits-Vorschriften sind diejenigen der Feuerversicherungs-Gesellschaft Phönix zu London die ausführlichsten und strengsten. Sie werden seit 1882 in England, Nordamerika und anderen Ländern in ausgedehntem Maasse und mit anerkanntem Erfolge zur Anwendung gebracht. Nach May's Übersetzung lauten die wesentlichen Bestimmungen der Phönix-Vorschriften wie folgt:

Vorschriften für elektrische Licht- und Kraftanlagen.[3])

I. Leitungen. A. Zugänglichkeit. 1. Wenn irgend möglich, sollen alle Leitungen in Gebäuden derart angebracht sein, dass sie jederzeit an allen Stellen nachgesehen werden können. Es ist daher wünschenswert, dass die Leitungen nicht versteckt liegen, wie z. B. zwischen Fussböden und Decken, unter Dächern, hinter Verschalungen, Getäfel u. s. w.

B. Querschnitt. 2. Alle Leitungen müssen einen solchen Querschnitt haben,

[1]) Vergl. H. Albrecht, Über die Gefahren elektrischer Leitungen. Gesundheitsingenieur 1890, No. 18.

[2]) May's Anweisung für den elektrischen Lichtbetrieb, 2 Aufl., S. 52. Leipzig 1891.

[3]) Die Vorschriften der Feuerversicherungs-Gesellschaft Phönix in London für elektrische Licht- und Kraftanlagen. Autorisierte Übersetzung nach der 16. engl. Aufl. von Dr. Oscar May. Leipzig 1891.

dass sie das Doppelte von der Stromstärke, für welche sie bestimmt sind, leiten können. Bei der Bestimmung des Querschnittes der Leitungen muss die Möglichkeit, dass derselbe durch Beschädigung vermindert werden kann, berücksichtigt werden. Unter gewöhnlichen Umständen soll die Stromstärke 1,6 Ampère pro Quadratmillimeter Kupferquerschnittt nicht überschreiten, vorausgesetzt, dass die Stromstärke 100 Ampère nicht übersteigt. Bei Stromstärken von über 100 Ampère muss die Querschnittbelastung verhältnismässig geringer sein. Die Leitungen sollen aus Kupfer bestehen, dessen Leitungsfähigkeit nicht unter 96 $^0/_0$ ist, jedoch ist die Verwendung von Kupfer nicht unbedingt vorgeschrieben. Es ist empfehlenswert, für alle Leitungen, welche einen grösseren Querschnitt als zwei Quadratmillimeter haben, Kabel zu verwenden.

C. Blanke Leitungen. 3. In Gebäuden dürfen keine blanken Leitungen verwendet werden.

D. Isolation. 4. Alle Leitungen müssen sorgfältig und dauerhaft mit bestem Kautschuk (Gummi) oder einem gleichwertigen anderen Stoffe isoliert sein, welcher nicht zu rasch hart wird, der Feuchtigkeit widersteht und dauerhaft ist, und die Isolation soll durch dicke und dauerhafte Bekleidungen wie Hanfumklöppelung oder ähnlichem, welche ebenfalls der Feuchtigkeit widerstehen, geschützt sein. Die Isolation soll möglichst flammsicher sein, wodurch jedoch ihre Isolationsfähigkeit und Dauerhaftigkeit in nichts beeinträchtigt werden darf. Die Leitungen müssen derart beschaffen und verlegt sein, dass sie auch in dem Falle, wenn ihre Schutzhüllen abgenützt oder beseitigt sein sollten, noch ausreichend isoliert bleiben.

E. Verlegung der Leitungen. 5. In unbedenklichen Fällen können gut isolierte Leitungen (entsprechend Vorschrift 4) in Holzkanälen verlegt werden; die beiden Drähte sollen dabei in zusammenhängenden Leisten mit einem Zwischenraum von $3^1/_2$ cm Breite, wenn es sich um Hauptleitungen handelt, von $2^1/_2$ cm Breite bei Hauptzweigen und von $1^1/_4$ cm Breite bei den dünnsten Zweigleitungen, verlegt werden. Die Holzleisten müssen aus dichtem, hartem, trockenem Holze bestehen. In solchen Fällen, wo besondere Erlaubnis zur Verlegung von Leitungen ohne Holzkanäle erteilt worden, sollen die Hauptleitungen mit mindestens 15 cm, dünne Zweige mit mindestens 5 cm Zwischenraum verlegt werden, und keine Leitung soll weniger als 5 cm von irgend einer anderen Leitung, oder von Leitungsmaterialien entfernt sein, wenn nicht besondere Vorsichtsmaassregeln gegen Kurzschluss getroffen sind. Wo eine äussere Verletzung möglich ist, müssen die Leitungen durch hartes Holz oder Schieferkanäle geschützt, zementiert oder in Thon- oder Metallrohren (ausgenommen, wenn wie bei Wechselstrom, die Anwendung von Metallrohren nicht erwünscht erscheint) verlegt, oder sie müssen in anderer Weise ausreichend geschützt sein. Wo die Leitungen nicht verdeckt sind und falls die Spannung bei Gleichstrom 200 Volt, oder bei Wechselstrom 100 Volt übersteigt, müssen sie von anderen Leitern mindestens 15 bis 30 cm entfernt sein. In allen feuergefährlichen Verhältnissen müssen die Leitungen weiterhin geschützt werden. Wenn sie, wie vorstehend verlangt, isoliert sind, können sie in feuersicher imprägnierten Holzkanälen verlegt werden, oder in gebranntem Gips, oder feuerfestem Thon, oder Asbest, oder bewährten Kitten, oder mit Wasserglas imprägnierten Baumwollumhüllungen, oder in Zementtrögen, oder getrennt in Thonröhren (in gewissen Fällen, wenn es sich nicht um Wechselstrom handelt, getrennt in Metallrohren). Die Hauptleitungen sollen mindestens 5 cm, dünne Zweige mindestens $2^1/_2$ cm Abstand haben. Wenn in feuergefährlichen Verhältnissen die Spannung bei Gleichstrom 200 Volt, bei Wechselstrom 100 Volt übersteigt, müssen besondere, zu vereinbarende Vorsichtsmaassregeln getroffen werden, welche sich nach der Höhe der Spannung richten. Bei sehr hohen Spannungen müssen die Leitungen geschüzt und von einander

getrennt sein, wie in Vorschrift 25 für die primären Wechselstromleitungen vorgeschrieben ist. Das Zusammenlegen mehrerer positiver Drähte oder mehrerer negativer Drähte ist in Gebäuden nur mit besonderer Erlaubnis gestattet. Bei Wechselströmen dürfen Leitungen nicht in Metallröhren verlegt werden. (Dies bezieht sich nicht auf Drähte in Lichtträgern.) Es ist vorteilhaft, alle Holzkanäle möglichst feuersicher zu imprägnieren. Bei Serienschaltung muss die Entfernung zwischen je zwei Leitungen (oder Teilen derselben) nach der zwischen beiden herrschenden Spannung bestimmt werden. Leitungsdrähte in Lichtträgern können nicht immer der Regel 5 entsprechen. Dieselben müssen jedoch durchaus zuverlässig verlegt sein. Doppelleitungen dürfen nur mit besonderer Erlaubnis verwendet werden. Sie müssen so weit als möglich von der Nachbarschaft leicht entzündlicher Materialien entfernt sein, sehr sorgfältig durch Sicherheitsschaltungen geschützt werden und sollen aus Kabeln bestehen.

F. Verlegung an unzugänglichen Stellen. 6. Alle Leitungen, welche zwischen Fussböden und Decken, unter Dächern, hinter Getäfel, durch Wände oder irgendwie sonst versteckt liegen, müssen, wenn möglich, in Holz oder Schiefer, oder in Zementkanälen, oder in Thon- (oder Metall-)Rohren nach Maassgabe der Vorschrift 5 verlegt werden. Keine Wechselstromleitung von mehr als 100 Volt darf versteckt verlegt werden.

G. Leitungen in feuchten Räumen. 7. Alle Leitungen in feuchten Räumen müssen wasserdicht isoliert sein.

H. Leitungen an Aussenmauern. 8. Leitungen, welche im Freien an Gebäuden geführt werden, müssen dauerhaft und wasserdicht soliert sein, sie müssen darauf berechnet sein, dass sie atmosphärischen Einflüssen widerstehen. Leitungen, welche über ein Gebäude hinführen, sind hierbei mit einbegriffen.

I. Leitungen durch Scheidewände. 9. Leitungen dürfen nicht durch Grenz- oder Scheidewände gehen, ausser wenn die Erlaubniss hierzu erteilt ist, und wenn diese Erlaubnis erteilt ist, muss dafür gesorgt werden, dass in keiner Weise ein Feuer von dem einen Raume zum andern gelangen kann.

K. Leitungen durch Aussenwände. 10. Alle Leitungen, welche durch Aussenwände gehen, müssen isoliert und in gebrannte Thon- (oder Metall-)Rohre oder in Zement gelegt werden, nach Maassgabe der Regel 5. Die Einrichtung muss so getroffen sein, dass nicht nur keine Feuchtigkeit eintreten kann, sondern dass auch kein Feuer von aussen an der Leitung entlang in das Gebäude einzudringen vermag.

II. Befestigungsmaterial. 11. Die Befestigungen der Leitungen sollen aus nichtleitenden Stoffen bestehen.

III. Verbindungsstellen. 12. Verbindungsstellen von Leitungen müssen verlötet, sorgfältig ausgeführt und isoliert sein. Zum Verlöten ist Kolophonium anzuwenden.

IV. Sicherheitsschaltungen. 13. In jede Zweigleitung für eine oder mehrere Glühlampen oder für irgend einen anderen Zweck muss ein kurzes Stück Blei, Zinn oder ein anderes schmelzbares Metall eingeschaltet sein, und zwar zwischen der Hauptleitung und dem einen Ende des Leitungszweiges, möglichst dicht an der Abzweigestelle, und das Stück Blei, Zinn oder sonstige schmelzbare Metall muss derart beschaffen sein und solchen Querschnitt und Länge haben, dass es schmilzt und dabei den Strom unterbricht, wenn der die betreffende Abzweigung durchfliessende Strom den normalen Strom um 50% überschreitet. Wenn der normale Strom in einem dünnen Zweige nicht die Hälfte des in dem betreffenden Zweige zulässigen Stromes erreicht, so können die Sicherheitsschaltungen so gewählt werden, dass sie erst bei einem stärkeren als

dem oben angegebenen Strom durchschmelzen. Vorausgesetzt ist dabei, dass der Strom 100% des normalen Stromes nicht übersteigt, und dass die Grenze der Sicherheit nicht vernachlässigt wird. Die Sicherheitsschaltungen sollen niemals unter Böden, oder hinter Getäfel, oder Verschalungen u. s. w. gelegt werden und müssen so angebracht und befestigt werden, dass keine Gefahr entstehen kann, wenn sie heiss werden oder abschmelzen. Die Hauptleitungen müssen zweipolig geschützt werden; die Sicherheitsschaltungen derselben müssen so nahe wie möglich bei der Dynamo (oder sonstigen Elektrizitätsquelle) angebracht werden. Es ist gut, alle positiven und negativen Hauptleitungen durch Sicherheitsschaltungen zu schützen. Bei Verwendung von Transformatoren, Akkumulatoren, Batterien, muss dies geschehen; ebenso wenn dünne Zweige direkt von Hauptleitungen abgezweigt sind, oder wenn ein Lichtträger eine grössere Anzahl von Lampen enthält. Wenn die Lampen gruppenweise verteilt sind, wie auf Kronleuchtern u. s. w., so kann nicht jede einzelne Lampenzuleitung eine Sicherheitsschaltung besitzen. Es muss indes dafür gesorgt werden, dass die letzte Sicherheitsschaltung für die kleinstmögliche Stromstärke genommen wird und dass sie wirkt, bevor der dünnste von ihr abhängige Draht unzulässig warm wird. Bei Bogenlichtleitungen und Serien-Glühlampenleitungen soll die Frage der Sicherheitsschaltungen und die Konstruktion derselben für jedes System der Beleuchtung besonders entschieden werden jedenfalls muss dafür Sorge getragen werden, dass der Strom konstant bleibt, wie gross auch immer die Anzahl der leuchtenden Lampen sei. Wenn elektromagnetische oder eine andere Art von Sicherheitsschaltungen an Stelle der Abschmelz-Sicherheitsschaltungen verwendet werden sollen, so bedarf es hierzu besonderer Erlaubnis.

V. Erdleitungen. 14. Erdleitungen sind verboten.

VI. Stromschlüssel, Widerstände, Kontakte, Lampen u. s. w. 15. Alle Stromschlüssel müssen derart konstruiert sein, dass sie nicht nach kurzem Gebrauche in Unordnung geraten, sich erhitzen oder Feuer fangen. Sie müssen ferner so eingerichtet sein, dass sie unmöglich in einer Mittelstellung zwischen Ein- und Ausschaltung stehen bleiben können.

16. Alle Stromschlüssel, Widerstände, blanke Kontakte, Lampen u. s. w. müssen sorgfältig ausgeführt und befestigt sein, so zwar, dass die Gefahr ihrer Erhitzung ausgeschlossen ist. Auch müssen sie so montiert sein, dass keine Erd- oder Kurzschlüsse möglich sind. Alle Verbindungen sollen so vollkommen als möglich sein. Stromschlüssel in Gebäuden z. B. müssen stets eine feuersichere Grundplatte haben, deren Isolation tadellos ist, und müssen dem Einflusse der Feuchtigkeit entzogen sein; die Befestigungsschrauben dürfen nicht mit der Mauer in Berührung kommen, sondern müssen in einen besonderen isolierenden Block gehen. Widerstandsspiralen müssen auf unverbrennlichem Materiale montiert und von entzündlichen Stoffen getrennt sein. Lampenfassungen sollen so feuersicher als möglich sein.

17. Jede Leitung soll ausserhalb oder nahe dem Eingange in ein Gebäude einen Stromschlüssel haben, falls der elektrische Strom von ausserhalb hereingeleitet wird. Ist die Elektrizitätsquelle im Gebäude selbst, dann soll für jede Leitung ein Stromschlüssel im Maschinenraume vorhanden sein. Wenn die Stromschlüssel nicht gut ausserhalb des Gebäudes angebracht werden können, so müssen sie immer so nahe als möglich bei der Eintrittsstelle der Leitung angebracht werden. Wenn irgend angängig, soll für jeden Raum ein besonderer Stromschlüssel vorhanden sein. Unter gewissen Umständen sind zweipolige Stromschlüssel vorteilhaft.

VII. Schaltbretter. 18. Schaltbretter sollten aus nichtleitendem feuerfestem Material bestehen. Sie sollen an trockenen und gesicherten Plätzen so sorgfältig als

möglich montiert und befestigt sein. Die Anlage der Leitungen auf der Rückseite soll derart sein, dass sie, wenn sie in Brand geraten, das Feuer nicht auf die übrige Anlage übertragen können.

VIII. Deckenrosetten. 19. Alle Deckenrosetten sollen vom feuerfestem Material, sorgfältig ausgeführt und befestigt sein. Sie müssen so eingerichtet sein, dass die von den Decken herabgehenden Drähte nicht auf Zug beansprucht sind. Wandanschlüsse sollen ebenfalls so feuersicher als möglich sein.

IX. Bogenlampen. 20. Lampen ohne Glocken sind nicht statthaft. Bogenlampen müssen mit Glocken, welche unten geschlossen sind, versehen und so eingerichtet sein, dass keine Funken oder Flammen herausgelangen können. Die Glocken müssen mit Draht umflochten sein.

X. Gaslichtträger. 21. Gaslichtträger sollen niemals für elektrisches Licht verwendet werden, es sei denn, dass sie von der Erde isoliert sind. Es ist bei weitem am besten, wenn Gaslichtträger und elektrische Anlagen vollkommen von einander getrennt gehalten werden.

XI. Elektrische Maschinen. 22. Keine Dynamos, Motoren oder irgend welche Apparate zur Erzeugung von Elektrizität dürfen in einem Raume betrieben werden, in welchem Baumwoll-, Woll-, Flachs-, Jutefabriken oder Kornmühlen sind, oder in einem Arbeitsraume oder an einem Platze, wo feuergefährliche Arbeiten verrichtet werden oder wo feuergefährliche Stoffe gelagert sind, oder wo eine besondere Feuersgefahr vorhanden ist. Transformatoren und Akkumulatoren sind dereslben Vorschrift unterworfen. Räume, in welchen Akkumulatoren oder galvanische Elemente untergebracht sind, müssen gute Ventilation haben. Wo immer eine Dynamo oder irgend welche Apparate zur Erzeugung von Elektrizität aufgestellt werden, muss stets besonders dafür Sorge getragen werden, dass sie gut vom Boden isoliert sind. Die gleiche Vorschrift gilt für Elektromotoren.

XII. Akkumulatoren und galvanische Elemente. 23. Bei Anwendung von Akkumulatoren oder galvanischen Elementen müssen Stromschlüssel und Sicherheitsschaltungen der Hauptleitungen zweipolig sein. Die stärkeren Zweige sollen in gleicher Weise geschützt sein. Die Leitungen zu den Regulierzellen der Akkumulatoren zum Regulator (Zellenschalter) müssen durch Sicherheitsschaltungen geschützt sein, welche möglichst nahe an den Zellen anzubringen sind.

XIII. Elektromotoren. 24. Elektrische Kraftanlagen erfordern die gleichen Vorsichtsmaassregeln wie elektrische Lichtanlagen bei gleicher Leistung und Spannung.

XIV. Transformatoren. 25. Bei Anwendung von Transformatoren und hochgespanntem Wechselstrom ist es am besten, wenn die Transformatoren und alle Teile des primären Stromkreises, welche mit denselben in Verbindung stehen, nicht innerhalb eines Gebäudes, sondern in einem besonderen feuerfesten Gehäuse untergebracht sind. Wo dies nicht ausführbar ist, müssen die folgenden Vorsichtsmaassregeln beobachtet werden. Die primäre Leitung muss stark mit Kautschuk bester Qualität (oder einem anderen gleichwertigen guten Materiale) isoliert sein und muss eine sehr starke äussere Hülle haben, welche wasserdicht sein soll; der Isolationswiderstand muss sehr hoch und vom Inspektor der Feuerversicherungs-Gesellschaft genehmigt sein. Die Leitungen müssen auf 20—30 cm Länge von einander entfernt gehalten werden und in getrennten Schutzhüllen angebracht sein. Diese Schutzhüllen sollen aus nichtleitendem, wasser- und feuerfestem Material bestehen, wenn möglich in die Mauern der Gebäude eingespitzt und so angeordnet sein, dass ein Erdschluss oder Kurzschluss nicht möglich ist. Die Primärleitungen müssen mit einem verschlossenen zweipoligen Stromschlüssel und mit einer zweipoligen Sicherheitsschaltung

versehen sein, welch letztere wirkt, sobald die normale Stromstärke um 25 % überschritten ist. Stromschlüssel und Sicherheitsschaltungen müssen in feuerfesten Kästen eingeschlossen und an leicht zugänglichen sicheren Plätzen, wenn möglich ausserhalb der Gebäude, angebracht sein; wenn es ausserhalb der Gebäude nicht angängig ist, so müssen sie an vollkommen trockenen und sicheren Plätzen nahe beim Eintritt der primären Leitung in das Gebäude angebracht sein. Die Transformatoren müssen in eisernen Kästen oder in einem feuerfesten Raume eingeschlossen sein, und zwar so nahe als möglich beim Eintritt der primären Leitung in das Gebäude. Sie sollen vollkommen gesichert, sehr trocken gehalten, und bestmöglich isoliert sein. Die Länge der primären Leitung innerhalb von Gebäuden soll möglichst klein sein. Alle primären Teile (einschliesslich Leitungen, Transformatoren, Stromschlüssel und Sicherheitsschaltungen) sollen so angelegt und geschützt sein, dass Unbefugte nicht mit ihnen in Berührung kommen können. Es ist zweckmässig, Transformatoren derart zu konstruieren, dass ein Kurzschluss zwischen primären und sekundären Spulen unmöglich ist, wenn dies jedoch nicht der Fall ist, sollen die sekundären Teile durch einen zuverlässigen automatischen Apparat auf oder nahe bei dem Transformator derart gesichert sein, dass, falls die Spannung zwischen den sekundären Leitungen und der Erde 400 Volt erreicht, der Apparat sofort den Stromkreis unterbricht. Die sekundären Leitungen müssen stark mit mindestens zwei Hüllen von Gummi bester, erprobtester, dauerhaftester Qualität isoliert sein und müssen eine sehr starke wasserdichte Umhüllung besitzen; sie sollen mit Stromschlüsseln und Sicherheitsschaltungen versehen sein, welche mit Ausnahme derjenigen in den dünnsten Zweigen zweipolig sind. Die ganze Einrichtung soll von bester Qualität sein, und es soll Rücksicht auf die Möglichkeit genommen werden, dass unter gewissen Umständen der primäre Strom in den sekundären Kreis gelangen kann. Ist es an der Stelle, wo die primäre Leitung in die zweipolige Sicherseitsschaltung oder in die Wickelung eintritt, nicht möglich, die oben verlangte Entfernung innezuhalten, dann soll auch eine geringere Entfernung zulässig sein, vorausgesetzt, dass die dabei getroffenen Vorsichtsmaasregeln von dem Inspektor der Feuerversicherungs-Gesellschaft für ausreichend erklärt werden. Die Umkleidungen für die primären Leitungen müssen vom Eintritt in das Gebäude an bis zu den Sicherheitsschaltungen feuerfest sein. Für die Anlage von Transformatoren in Hintereinanderschaltung muss besondere Erlaubnis eingeholt werden. Die dabei erforderlichen Vorsichtsmaassregeln werden für jeden einzelnen Fall bestimmt. Wo die sekundären Leitungen aus dem Gehäuse des Transformators herausgehen, sollen sie getrennt mit $7^1/_2$ cm Entfernung in die Wand eingespitzt oder in bewährten feuersicheren Kanälen verlegt sein.

XV. Gemischte Schaltung. 26. Für die Anlage einer gemischten Schaltung in Gebäuden muss besondere Erlaubnis eingeholt werden. Die Isolation der Leitungen soll von bester Art sein wie in Vorschrift 23 für primäre Leitungen von Transformatoren vorgeschrieben; die ganze Anlage soll auf das Vorzüglichste ausgeführt und möglichst zugänglich sein. Jeder parallele oder Serienzweig muss einen wirksamen automatischen Ausschalter haben, welcher, wenn die Spannung aus irgend einer Ursache um 25 % über die normale Spannung sich erhöht, entweder diese Spannung augenblicklich auf die normale zurückführt, oder den Zweig ausschaltet. Im Maschinenraume müssen die Einrichtungen dafür getroffen sein, dass die Spannung bei irgendwie wechselnder Belastung konstant erhalten bleibt. Ein Hauptstromschlüssel muss in einem feuerfesten Kasten an einem gesicherten und zugänglichen Platze angebracht sein, und zwar ausserhalb des Gebäudes, wenn die Elektrizität von ausserhalb geliefert wird, im Dynamoraume, wenn sie im Gebäude selbst erzeugt wird.

XVI. Elektrizitätswerke und Speiseleitungen. 27. Wird die Elektrizität von einem Elektrizitätswerke geliefert, so müssen die Leitungen von dort vor Eintritt in ein Grundstück zweipolig mittels Sicherheitsschaltungen und Stromschlüsseln geschützt sein. Die Sicherheitsschaltungen sollen wirken, wenn die normale Stromstärke um 50% oder weniger überschritten wird, sie sollen ebenso wie die Stromschlüssel vor Feuchtigkeit geschützt sein. Am besten ist es, die Leitungen nach einem Schaltbrette zu führen, welches die Sicherheitsschaltungen und Stromschlüssel enthält und welches an einem gesicherten Platze, so nahe wie möglich beim Eintritt der Speiseleitungen in die Grundstücke angebracht ist und von welchem die Hausleitungen abgezweigt werden.

XVII. Akkumulatoren und hochgespannte Ströme. 28. Wenn in einem Elektrizitätswerke oder sonst wo hochgespannte Ströme zur Ladung von Akkumulatoren verwendet werden und von den Akkumulatoren sekundäre Hausleitungen mit niedrigerer Spannung abgezweigt werden, dann ist es zweckmässig, die sekundären Stromkreise derart anzulegen, dass sie während der Ladung der Akkumulatoren nicht mit denselben in Verbindung stehen können. Ein Strom von über 500 Volt Spannung wird in diesem Sinne als ein hochgespannter Strom betrachtet.

XVIII. Untersuchungen. 29. In jeder Lichtanlage mit Gleichstrom von 200 Volt Spannung oder darunter soll der Isolationswiderstand der gesamten Anlage nicht geringer sein als

500 000	Ohm	bei	Anlagen	von	25	Lampen,
250 000	„	„	„	„	50	„
125 000	„	„	„	„	100	„
25 000	„	„	„	„	500	„
12 500	„	„	„	„	1000	„

Liegt die Lampenzahl zwischen zweien dieser Zahlen, so soll der Isolationswiderstand dementsprechend proportional sein. Der Isolationswiderstand eines einzelnen Stromzweiges soll ebenfalls der obigen Tabelle entsprechend sein. Bei Wechselstrom soll der Isolationswiderstand mindestens zweimal so gross sein, als in vorstehender Tabelle angegeben.

30. Wird von einem Elektrizitätswerke Elektrizität nach einem oder mehreren Gebäuden geliefert, so sollen mindestens täglich einmal genaue Isolationsmessungen am gesamten Netze ausgeführt werden, welche jedes angeschlossene Gebäude einschliessen.

XIX. Art der Ausführung. 31. Jede Einrichtung irgend welcher Art muss in bester Weise und durchaus sachgemäss ausgeführt und bei der Anlage auf Isolation und Leitungsfähigkeit genau geprüft werden.

F. Feuersicherheit im allgemeinen.

a. Feuerschutz durch Umhüllung, Anstrich und Imprägnierung.

Bei den in den Handel kommenden feuersicheren Farben und Imprägnierungsmitteln für Gewebe und Holzwerk kann von der meistens angepriesenen Unverbrennlichkeit nicht die Rede sein; es kann sich vielmehr nur darum handeln, dass diese Farben und Imprägnierungsmittel die betreffenden Gegenstände mehr oder weniger schwer ent-

flammbar oder unentflammbar machen. Unverbrennlichkeit bei bereits stärker entwickelten Bränden kann durch solche Mittel nicht herbeigeführt werden.

Es giebt zahlreiche Mittel, die zur Imprägnierung von verbrennlichen Stoffen verwendet sind und empfohlen werden. Allen haften Mängel an, und es muss daher als dringend wünschenswert bezeichnet werden, dass überall nach Möglichkeit unverbrennbare Stoffe verwendet werden.

Unverbrennliche Gewebe aus Asbest werden von den Dekorationsmalern Müller & Schäfer[1]) hergestellt. Ebenso sind die vom Dekorationsmaler Falk hergestellten Netzgewebe aus Asbest mit aufgeklebtemAsbestpapier als feuersicher empfehlenswert.

Für Holzwerk hat man ebenfalls verschiedene Verfahren angewendet, um dasselbe unentzündlich zu machen. Ein von Meunier[2]) mitgeteiltes Verfahren besteht darin, dass man das Holz mit zwei Schichten einer schwachen Lösung von kieselsaurer Soda überzieht, die man dadurch herstellt, dass man 1 l syrupdicker Lösung dieser Substanz in 3 l Wasser verdünnt. Wenn diese Lösung auf dem Holze beinahe trocken ist, bringt man eine dünne Schicht gewöhnlicher Kalkmilch darauf. Ist der Kalkanstrich beinahe trocken, so fixiert man ihn durch eine etwas mehr konzentrierte Lösung der kieselsauren Soda (2 l auf 3 l Wasser). Dieser Überzug, der durch Regen und durch anderes Wasser nicht zerstört werden soll, widersteht dem Feuer sehr gut und würde z. B. für das Holzwerk in Trockenkammern sehr zweckmässig sein. Statt der kieselsauren Soda verwendet man auch kieselsaures Kalium (Kali-Wasserglas). Ein dünner Überzug von Wasserglas trocknet zu einer durchsichtigen firnisartigen Schicht ein, welcher die damit bestrichenen Gegenstände von der Wirkung der Luft abschliesst und sie demnach schwer entflammbar macht.

Neuerdings hat sich auch als gutes Schutzmittel gegen die Verbrennlichkeit hölzerner Bauteile und Gebäude der feuersichere asbestfarbene Anstrich der chemischen Fabrik Fretzdorff & Co. in Berlin bewährt.[3])

Der Schutz verbrennlicher Wände durch Verputz mit unverbrennlichen Materialien wird in der Regel durch Kalk- oder Gipsputz bewirkt. Die Wände werden in um so höherem Grade feuersicher sein, je besser und dauerhafter die Verbindung der brennbaren Teile mit dem schützenden Verputz erfolgt. Als Verbindungsglied zwischen Wand und Putz dienen in der Regel aufgenageltes Rohr oder Holzleisten. Auf diese Weise sorgfältig hergestellte Bretterwände widerstehen dem Feuer ziemlich lange.

Döring's feuersicherer Patentputz soll die Verbindung des deckenden Putzes mit der Holzunterlage möglichst fest und feuersicher gestalten. Die zum Tragen des Putzes bestimmten hölzernen Leisten von dreieckiger Form werden mit Wasserglas und Chlorkalium durchtränkt, wodurch die Holzleisten einesteils schwer entzündlich gemacht werden und anderenteils eine Oberfläche erhalten, welche geeignet ist, mit Mischungen gewisser Mineralien eine innige Verbindung einzugehen. Die Mischungen bestehen aus Sand, Schwerspat, Kreide, Wasserglas u. dergl., sie halten fest auf den

[1]) Zentralblatt der Bauverwaltung 1893, S. 181.

[2]) Meunier a. a. O. S. 347.

[3]) Zentralblatt der Bauverwaltung 1893, S. 487.

Oberflächen der Holzleisten und bilden eine rauhe Fläche, an welcher der deckende Putz fest haftet. In Fig. 102 sind die Einzelheiten einer mit Döring's Patentputz versehenen hölzernen Aussenwand mit drei Schalungen dargestellt. Das Patent wird von der Kommanditgesellschaft Kräft in Wolgast ausgenutzt.

Die Rabitz'schen Wände (vergl. S. 199) dienen ebenfalls häufig und mit Erfolg zur Umhüllung brennbarer Bauteile. In Berlin werden Rabitzwände als Feuerwände neben Feuerungen nur zugelassen, wenn sie zwischen Eisen oder festen Mauern eingespannt sind. Sie werden dagegen als Feuerschutz zugelassen, wenn sie zur Ummantelung von Säulen oder von Holzwerk dienen. Insbesondere erscheint die Ummantelung von Lüftungs- und Heizungskanälen, Dunstschloten, Darrschloten, Darrgewölben und von Verbindungstreppen mit Rabitzwänden empfehlenswert.

Fig. 102.



Hölzerne Aussenwand mit Döring's Patentputz.

Monierwände (vergl. S. 197) werden ähnlich wie die Rabitzputzwände benutzt und dienen zur Herstellung von Lüftungsschloten und zur Ummantelung von Eisenkonstruktionen u. s. w.

Für die Umkleidung von Eisenkonstruktionen und zur Bekleidung hölzerner Scheidewände, Treppen u. dergl. zu dem Zweck, dadurch Feuersicherheit zu erzielen, eignen sich auch mehr oder weniger gut: Hartgipsdielen, Mack'sche Gipsdielen, Schilfbretter (System Giraudi), Spreutafeln, Magnesitplatten und Xylolithplatten. Die Erfahrungen über die Bewährung solcher Konstruktionen sind noch nicht als abgeschlossen zu betrachten. Zur Umkleidung von einzeln stehenden Säulen werden diese Materialien nicht verwendet, da sie sich dem runden Querschnitt nicht genügend anpassen.

Sowohl schmiedeeiserne als gusseiserne, auf Druck beanspruchte Säulen, welche ungeschützt der Einwirkung grösserer Brände ausgesetzt werden, zeigen ein sehr ungünstiges Verhalten. Nach den in den 80er Jahren von Bauschinger, Möller und Lühmann ausgeführten Versuchen halten gusseiserne Säulen höhere Beanspruchungen aus als schmiedeeiserne. Bauschinger fand, dass schmiedeeiserne Stützen selbst bei günstiger Einspann- und Befestigungsweise ihrer Enden teilweise schon bei noch nicht 600° C, jedenfalls aber bei geringster Glühhitze unter ihrer Last nach dem Feuer zu durchbiegen, welche Bewegung durch das Anspritzen von der Gegenseite her unterstützt und beschleunigt wird, selbst dann, wenn nur die Enden vom Wasserstrahl getroffen werden.

Hölzerne Stützen und Unterzüge haben den Vorteil, dass ihre bei einem Brande noch vorhandene Tragfähigkeit jederzeit mit grösserer Sicherheit beurteilt werden kann, als dieses bei eisernen Konstruktionen möglich ist; auch sind durch das Bespritzen keine ungünstigen Einwirkungen zu befürchten. Besonders feuersicher sind namentlich sehr starke Stützen aus Eichenholz, die selbst noch einen tragfähigen inneren Kern behalten, wenn die Aussenseite schon brennt. Die Schwierigkeit der Beschaffung solcher Hölzer drängt zur Verwendung des Eisens.

Wenn Eisen für die tragenden Stützen von Decken angewendet wird, von deren Erhaltung im Falle eines Brandes vieles abhängt, so müssen

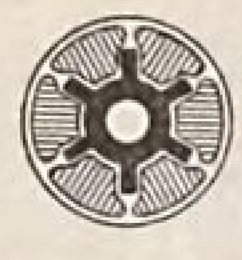
die Eisenkonstruktionen, ebenso wie die Eisenteile der Decken, mit einer glutsicheren Umhüllung versehen werden.

In Nordamerika sind für die Umhüllung von Eisenkonstruktionen gebrannte, teilweise hohle Thonplatten üblich. Fig. 103 und Fig. 104 zeigen verschiedene Querschnittsformen gusseiserner Säulen, welche in dieser Art umhüllt sind. In Deutschland hat die Verwendung von gebrannten Steinen zur Umhüllung namentlich von schmiedeeisernen Stützen Eingang gefunden. Zur Umkleidung eignen sich besonders Chamottesteine, weil dieselben hohe Hitzegrade aushalten, dann aber auch poröse Steine und Lochsteine, weil diese die Wärme schlecht leiten. Häufig wird zur Umkleidung runder gusseiserner Säulen Rabitzputz oder Monierputz verwendet. Zweckmässig ist es hierbei, zwischen dem Eisen und dem Putz eine Luftschicht von etwa 3 cm Weite zu belassen.

Fig. 103.



Fig. 104.



Gusseiserne Säulen mit glutsicherer Umhüllung.

Es mag hier nicht unerwähnt bleiben, dass sogenannte Wärmeschutzmasse, welche zum Umkleiden von Dampfrohrleitungen u. dergl. benutzt wird und von der man anzunehmen geneigt ist, dass sie unverbrennlich sei, sehr wohl geeignet ist, Brände hervorzurufen. Die Wärmeschutzmasse, die gewöhnlich aus Kieselguhr besteht, wird in der Regel mit Kuhhaaren, Klebmasse u. dergl. versetzt, um sie für den Zweck der Umhüllung geeignet zu machen. Die zugesetzten verbrennlichen Stoffe verkohlen allmählich durch die Hitze des Dampfrohres und bilden, in Kieselguhr eingebettet, eine sehr poröse Kohle, die, durch einen Zufall entzündet, langsam weiterglimmt, ohne dass es bemerkt wird, da das Glimmen bei Tageslicht gar nicht, bei Nacht nur schwer bemerkbar ist, überdies auch die Dampfrohre in der Regel versteckt liegen. Man hat beobachtet, dass die Verbrennung der Kohle sich in neun Stunden nur 1 m fortpflanzte; es ist daher die Möglichkeit vorhanden, dass ein Feuer mehrere Tage nach der Zeit ausbricht, zu welcher die Rohrbekleidung durch irgend einen Umstand ins Glühen geriet. Bei der Verlegung der Dampfrohrleitungen, welche mit Wärmeschutzmasse bekleidet werden, ist daher Vorsicht geboten.

b. Feuerlöschmittel und Rettungsmittel bei Feuersgefahr.[1]

1. Feuermelder. Es ist von grosser Wichtigkeit, den Ausbruch eines Schadenfeuers rechtzeitig zu entdecken und an der Stelle, von welcher Löschhilfe zu erwarten ist, zu melden. Die zu diesem Zweck

[1] Litteratur: O. Leonhardt, Vorbeugungsmittel gegen und Rettungsmittel bei Feuersgefahr. Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung, Bd. 1. Berlin 1890. — Über die Anlage von Blitzableitern, die hier nicht besonders abgehandelt zu werden brauchen, weil sich für Fabrikgebäude keine von den allgemein üblichen Regeln abweichenden Gesichtspunkte ergeben, vergl.: Alfred Ritter v. Urbanitzky, Blitz und Blitzschutzvorrichtungen. Wien 1886. — Die Blitzgefahr. Herausgegeben im Auftrage des elektrotechnischen Vereins. Berlin 1886. — Ratschläge für die Anlegung von Blitzableitern und Anleitung für die Revision derselben. Herausgegeben von der Landfeuersozietät des Herzogtums Sachsen, der Provinzial-Städtefeuersozietät der Provinz Sachsen und der Magdeburgischen Landfeuersozietät. Merseburg 1887. — W. Vogel, Blitzableiter, Abschnitt XIX der Baukunde des Architekten, I. Bd., 1. Teil, 3. Aufl. Berlin 1893.

jetzt allgemein üblichen Feuermelder werden vorwiegend mit Hilfe des elektrischen Stromes in Thätigkeit gesetzt.

Die Einrichtung der Feuermelder richtet sich zum Teil nach der Art des Betriebes, für welche sie in Anwendung kommen sollen. Bei den nur am Tage im Betriebe befindlichen Anlagen wird ein geordneter Nachtwachdienst einzurichten und werden die Feuermelder am Tage durch die Personen zu bedienen sein, die das Schadenfeuer entdecken, des Nachts dagegen durch die zur Nachtwache bestellten Personen.

Um die Nachtwächter zu regelmässigen Rundgängen zu zwingen, bringt man an verschiedenen Punkten der Fabrik Wächter-Kontrolluhren an, die einen Registrierapparat enthalten, welcher durch den Wächter in irgend einer Art zu bedienen ist, so dass der Zeitpunkt markiert wird, zu welchem der Wächter den Apparat besucht hat.

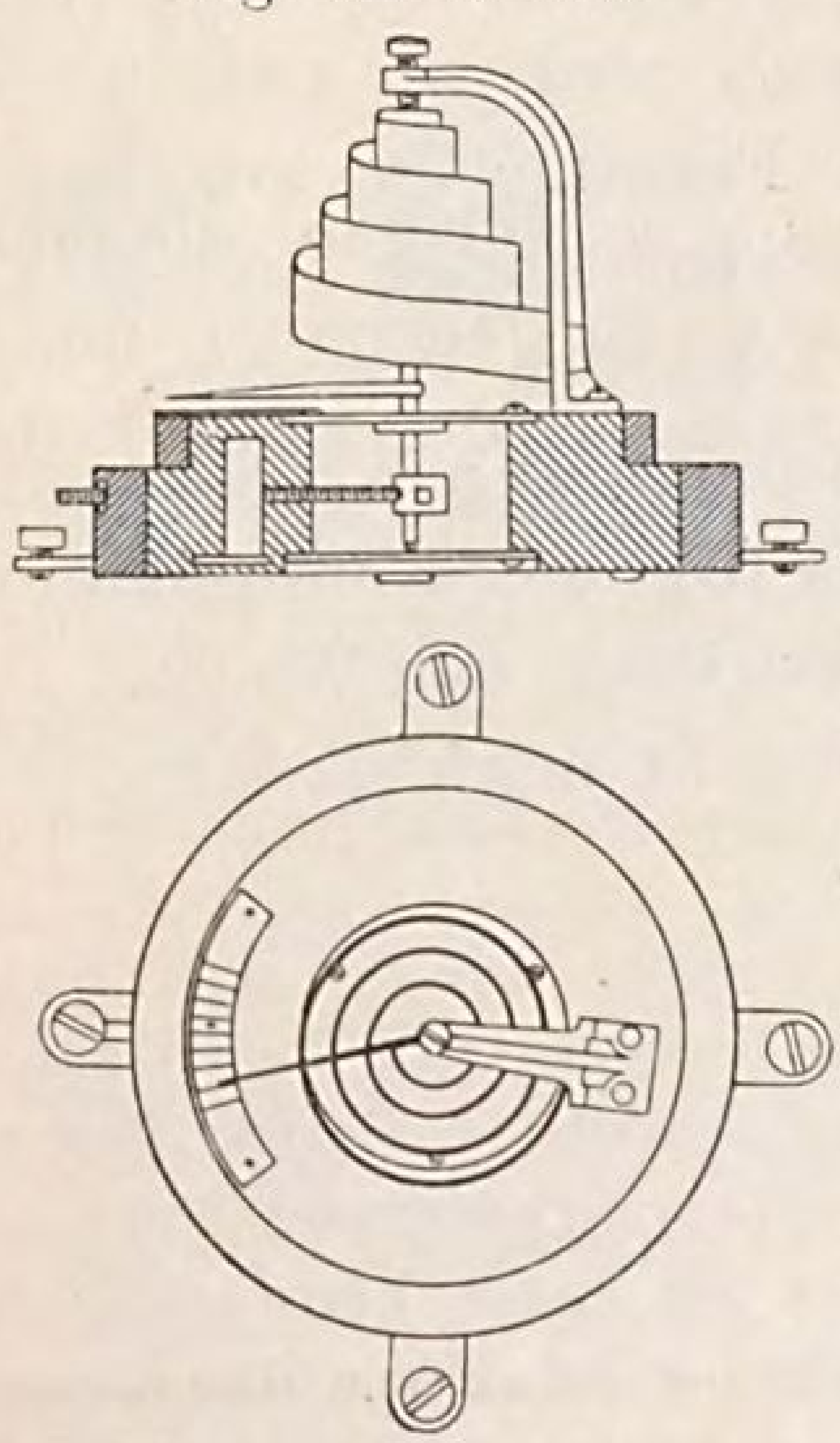
Feuermelder und Kontrolluhren sind auch vereinigt worden. Die von der Firma Siemens & Halske ausgeführten kombinierten Wächter-Kontroll- und Feuersignalapparate bestehen aus einer an einem geeigneten zentralen Punkte der Fabrik (Feuerwache) anzubringenden Kontroll- und Registrieruhr und aus an verschiedenen Punkten der Fabrik angebrachten Signalgebern. Der Wächter hat bei dieser Einrichtung in vorgeschriebenen Zeiträumen jeden der angebrachten Signalgeber auf seinem Rundgange zu besuchen und an einem Knopfe zu ziehen. Auf einem in der Registrieruhr sich fortbewegenden Papierstreifen wird die Zeit, zu welcher der Knopf gezogen worden ist, markiert, wodurch die genaue Zeitfolge der Rundgänge des Wächters nachträglich jederzeit festgestellt werden kann. Zum Zwecke der Feuermeldung ist in dem Signalgeber ein zweiter Zugknopf angebracht, der im Falle eines Brandes herausgezogen werden muss. Die Kontrolluhr zeigt hierauf sofort die Nummer des Signalgebers sichtbar an, von dem die Meldung aufgegeben ist, ausserdem wird ein Läutewerk ausgelöst, welches so lange in Thätigkeit bleibt, bis es durch Ausschaltung wieder zur Ruhe gebracht wird.

Sehr verbreitet sind elektrische Feuermelder, durch welche ein selbstthätiges Anmelden von Feuer erfolgt. In der Regel wird hierfür die Eigenschaft der Metalle, sich in der Wärme auszudehnen, benutzt.

Der von Oskar Schöppe, Telegraphenbauanstalt in Leipzig, konstruierte Feuermeldeapparat für geschlossene Räume ist nach dem den Metallthermometern zu Grunde liegenden Prinzip eingerichtet. Das äussere Ende der Spirale (vergl. Fig. 105 und 106), welche aus zwei Metallen mit sehr verschiedenen Ausdehnungskoëffizienten hergestellt und zur Vergrösserung der Wirkung gleichzeitig pyramidenförmig gewunden ist, wird an einem Metallböckchen befestigt, während das innere Ende an einer Messingachse festgelötet ist. Als Träger des Böckchens und der Spirale dient ein rundes Hartholzbrett, das in der Mitte eine durch Metallplatten verschlossene Bohrung besitzt, in welcher der kontaktgebende Teil des Apparates untergebracht ist. An der Messingachse sitzt innerhalb der Bohrung ein Flügel mit Platinkontakt, welcher bei irgend einer Stellung den Kontakt mit einer seitlich angebrachten Schraube herstellt. Wird nun der Spirale Wärme zugeführt, so dehnt sich dieselbe aus und muss, da ihre Enden befestigt sind, diese Bewegung in eine Drehung umsetzen. Der in der Bohrung des hölzernen

Fusses sitzende Flügel wird infolgedessen mitgedreht und wird schliesslich mit der Schraube des Kontaktständers Kontakt geben, wodurch in einem beliebig weit entfernten Raume ein Alarmsignal an einer elektrischen Glocke entsteht, welche mit dem Apparat durch Drahtleitung verbunden ist. An der Achse ist gleichzeitig ein Zeiger befestigt, der über einer Skala den Kontaktpunkt festzustellen gestattet, und wird letzterer einfach durch Vor- oder Zurückstellen der von aussen zugänglichen Kontaktschraube eingestellt. Der Apparat ist für jede gewünschte Temperatur einstellbar und wird an der Decke der zu schützenden Räume angeschraubt. Die Einschaltung erfolgt genau so wie die der Tasten einer Zimmerleitung; jeder Raum oder jede Gruppe von Räumen erhält eine Tableauklappenvorrichtung, so dass bei Ertönen der Alarmglocke auf der Feuerwache, beim Pförtner der Fabrik oder an einem sonstigen geeigneten Raum sofort der gefährdete Raum kenntlich gemacht wird. Zum Schutz gegen äussere Einflüsse ist über dem Apparat ein Drahtschutzkorb angebracht.

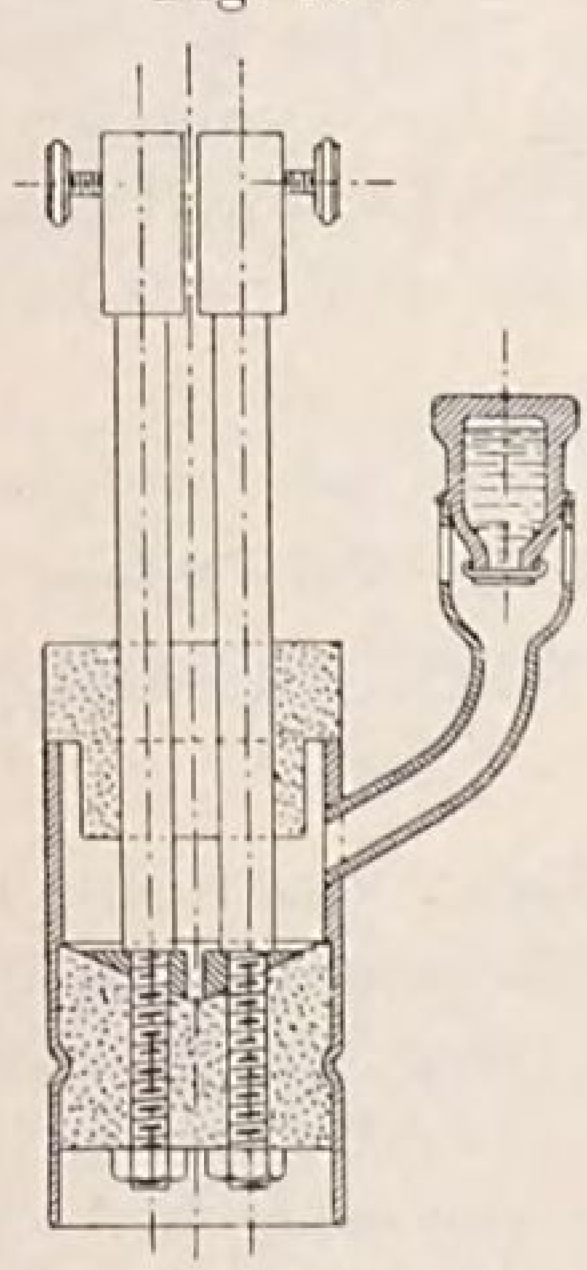
Fig. 105 u. 106.



Feuermeldeapparat von Oskar Schöppe in Leipzig.

Ein sehr einfacher elektrischer Feuermelder, der sich in der Praxis überall, wo er angewendet wurde, gut bewährt hat, ist der elektrische Feueralarmapparat von Richard Schwartzkopff, Maschinenfabrik in Berlin. Der in Fig. 107 im Querschnitt dargestellte Apparat besteht aus einer die beiden Leitungen aufnehmenden Büchse, die seitlich ein kleines Rohr trägt, welches eine mit Quecksilber angefüllte Kapsel enthält. Die Kapsel mit dem Quecksilber wird unten durch eine Wachsscheibe verschlossen gehalten. Sobald die Temperatur so hoch steigt, dass die Wachsplatte zum Schmelzen kommt, ergiesst sich das in der Kapsel befindliche Quecksilber durch das Röhrchen in die Büchse und stellt in dieser zwischen den beiden bis dahin isolierten Drähten den metallischen Kontakt her, so dass eine Alarmglocke in Bewegung gesetzt wird. Die Wachsplatte, wie auch das Quecksilber, werden im Laufe der Zeit in diesem Apparat kaum eine Änderung erfahren können, so dass ein stetiges Funktionieren des Apparates mit Gewissheit zu erwarten ist.

Fig. 107.



Feueralarmapparat von Richard Schwartzkopff in Berlin.

Der von M. Heeren[1]) angegebene selbstthätige Feuermelder hat sich ebenfalls gut bewährt und ist sehr einfach. Er besteht im wesentlichen aus einem an der Decke mit einem Draht oder Bindfaden aufgehängten Gewicht, welches mit einer elektrischen Leitung verbunden und unten mit einer scharfen metallischen Spitze versehen ist. Unter dem Gewicht liegt eine feste Bleiplatte, welche ebenfalls mit der Leitung verbunden ist. In den tragenden Draht oder

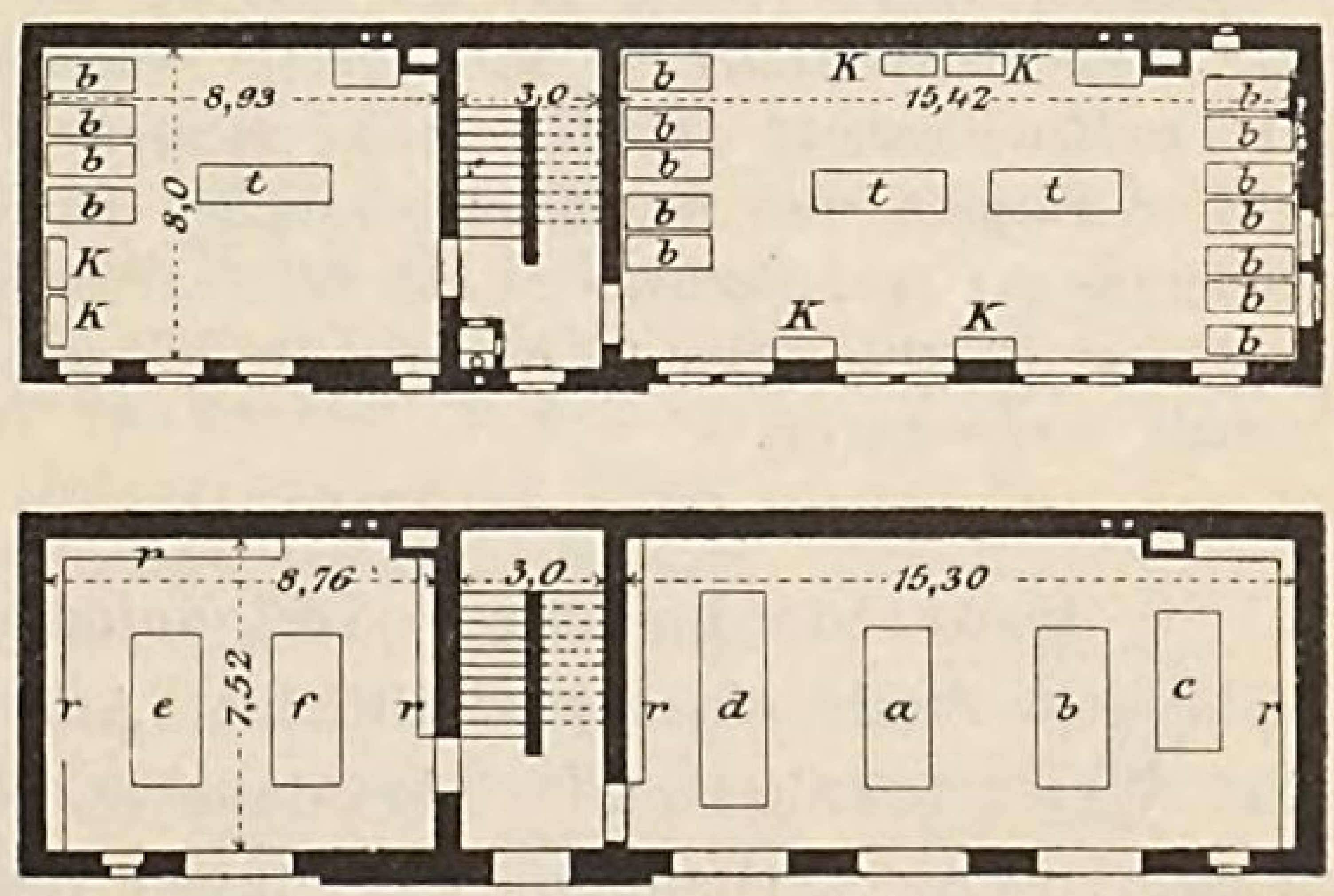
[1]) K. Morgenstern, Einrichtungen und Schutzvorrichtungen zur Sicherung gegen Gefahren für Leben und Gesundheit u. s. w., S. 28. Leipzig 1883.

Bindfaden wird ein kleiner Ring aus der bei 63° C schmelzenden Lippowitz'schen Legierung (3 Teile Cadmium, 4 Teile Zinn, 15 Teile Wismut und 8 Teile Blei) eingeschaltet. Sobald dieser Ring bei erhöhter Temperatur schmilzt, fällt das Gewicht und schlägt seine Spitze in die Bleiplatte, wodurch der zur Alarmglocke führende Stromkreis geschlossen wird.

2. Feuerwache und Feuerwehr. Gewerbliche Anlagen, die nicht innerhalb grösserer Ortschaften liegen, die eine Berufsfeuerwehr unterhalten, bedürfen zu ihrem Schutz einer Fabrikfeuerwehr, deren Mitglieder entweder ständig den Feuerwachdienst versehen, oder die von einigen geschulten Arbeitern im Nebendienst gebildet wird. Für grössere Fabriken ist zur Unterbringung der Feuerwehrmannschaft, der Feueralarmapparate und der Feuerlöschgeräte eine besondere Feuerwehrkaserne (Feuerwache) erforderlich.

Beispielsweise ist im Bürgerlichen Brauhause in Pilsen[1]) die 48 Mann zählende Fabrikfeuerwehr, welche von vier Abteilungsführern und einem Kommandanten befehligt wird, nebst Geräten und Ausrüstungsgegenständen in der in Fig. 108 und 109 im Grundriss dargestellten Feuerwehrkaserne untergebracht. In den im Erdgeschoss gelegenen Räumen befinden sich drei fahrbare Feuerspritzen a b c, ein Gerätewagen d, zwei Fahr-Wasserfässer e, f und an den Wänden die Rüstungsrechen r. Im oberen Geschoss sind zwei Räumlichkeiten für die Unterkunft der Mannschaft vorhanden. In der Figur sind mit b die eisernen Bettstellen, mit k Kästen und mit t die Tische bezeichnet. Jede Nacht hat ein Drittel der Mannschaft die Bereitschaft und eine Abteilung den Wachdienst auszuüben, der durch Kontrolluhren beaufsichtigt wird. Als Mittel zur Bekämpfung des Feuers stehen der Feuerwehr ausser den genannten Requisiten noch 11 Wasserbehälter, 35 Wasserstationen und 25 Stationen mit Brandt'scher Feuerlöschmasse zur Verfügung.

Fig. 108 und 109.



Feuerwehrkaserne des Bürgerlichen Brauhauses in Pilsen.

Für die Löschmannschaft ist eine bestimmte militärische Ordnung und Einrichtung mit einheitlicher, sachkundiger Leitung und Handhabung der Disziplin, sowie eine sorgfältige technische und taktische Ausbildung durch fortgesetzte Übung unerlässlich. Jedes Mitglied der Feuerlöschmannschaft muss im voraus die ihm angewiesene Stelle und

[1]) Vergl. M. Kraft, Fabrikshygiene, S. 230. Wien 1891.

Aufgabe kennen und muss zur Erfüllung der letzteren durch sorgfältige und eingehende Vorübung befähigt sein.

Die Ausrüstung für einen Feuermann besteht in einem Helm (Berliner Feuerkappe) mit Kopfpolster und Nackenleder, einem starken ledernen oder hanfenen Leibgurt nebst Karabinerhaken, Beil, Axt oder Spitzhacke mit zugehöriger Ledertasche und in einem Uniformrock oder Bluse. Einige Feuermänner sind ausserdem mit Signalpfeife nebst Kette oder Schnur und mit einer festen Rettungsleine, sowie auch mit einer Laterne auszurüsten. Die Kosten einer solchen Ausrüstung belaufen sich auf etwa 25 Mark für den Mann bei etwa der Hälfte der Feuermänner und für die andere Hälfte und für etwaige Oberfeuermänner auf etwa 35 Mark für den Mann. Die Ausrüstung des Brandmeisters kostet etwa 40 Mark.

Die Zahl der zur Bildung einer kleinen Feuerwehr mit einer fahrbaren Spritze erforderlichen Leute beträgt mindestens 15. Hierbei ist gerechnet: 1 Oberfeuermann für das Kommando, 4 Feuermänner, welche die Spritze in und ausser Dienst zu stellen, auch alle sonstigen, eine besondere Kenntnis des Löschwesens und Fertigkeit erfordernden Arbeiten auszuführen haben, sowie 10 Spritzenmänner. Ist auf dem Grundstück die Zufuhr von Wasser zu besorgen, so sind mindestens noch 4 Leute als Wassermannschaft zu bestellen. Auch ist eine Ordnungsmannschaft von mindestens 4 Leuten zu stellen.

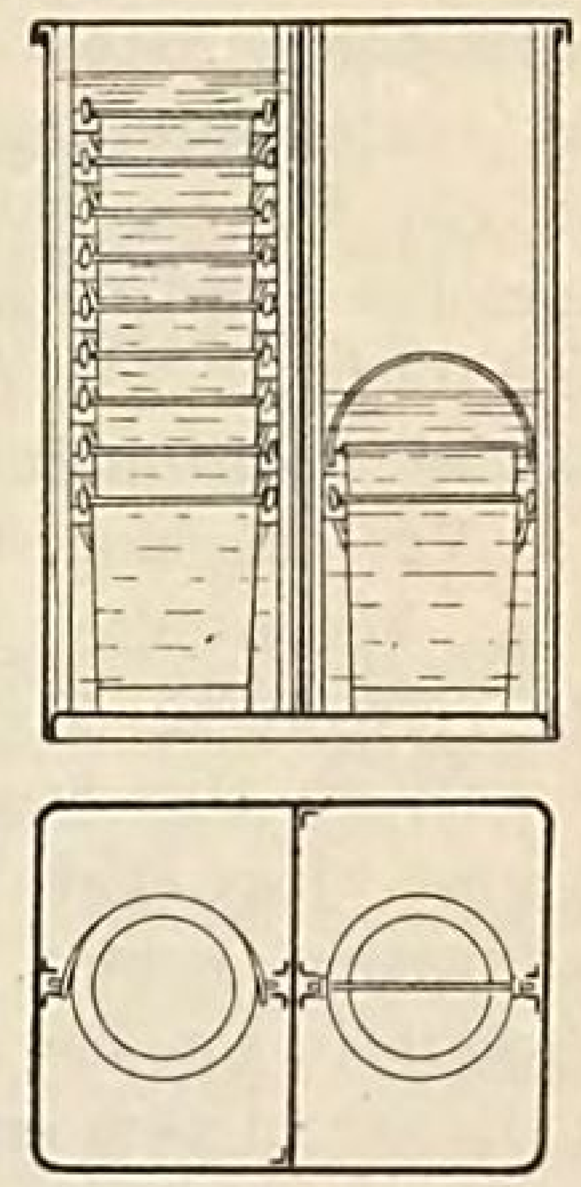
Über die Einrichtung von Feuerwehren, Übungsordnung der Feuerwehren, Feuerlöschregeln, Aufbewahrung und Handhabung der Löschgerätschaften und Vorschriften über Form und Material der wichtigeren Feuerwehr-Ausrüstungsstücke geben die von der Landfeuersozietät des Herzogtums Sachsen, der Provinzial-Städtefeuersozietät der Provinz Sachsen und der Magdeburgischen Landfeuersozietät unter dem Titel „Die Förderung des Feuerlöschwesens und der Feuersicherheit in der Provinz Sachsen“ herausgegebenen Druckschriften (Merseburg 1889) beachtenswerte Anhaltspunkte, auf welche hiermit verwiesen sei.

3. Feuerlöschgeräte. Die einfachsten Löschgeräte, die an jeder beliebigen Stelle einer gewerblichen Anlage Aufstellung finden können, sind Wasserbehälter und einige daneben aufgestellte Feuereimer. Ist eine Wasserleitung vorhanden, so können die Wasserbehälter mit derselben in Verbindung gebracht werden, damit ein genügender Wasservorrat stets vorhanden ist. Die Benutzung von Wassereimern zum Löschen eines ausbrechenden Feuers ist aus dem Grunde am besten und sichersten, da jedermann mit diesem Löschgerät umzugehen versteht. Die zum Feuerlöschdienst bestimmten Eimer dürfen niemals zu anderen Zwecken gebraucht werden. Es ist zweckmässig, dieselben durch auffälligen Anstrich (roth) kenntlich zu machen. Hölzerne Eimer müssen stets mit Wasser gefüllt sein, damit sie nicht undicht werden.

Eine sinnreiche Vervollkommnung dieser einfachen Löschvorrichtung hat die Firma Messer & Thorpe in London getroffen. Dieselbe (vergl. Fig. 110 und 111) besteht aus einem in Fächer geteilten eisernen, durch einen Deckel geschlossenen Wasserbehälter, in welchen eine Anzahl teleskopartig in einander geschobener Eimer gesetzt und welcher danach mit Wasser gefüllt wird. Die Handgriffe der Eimer sind an beiden Seiten in U-förmigen Eisen geführt und werden dadurch in richtiger Lage gehalten.

Werden die Eimer herausgehoben, so sind sie gefüllt und für den sofortigen Gebrauch fertig. Der Deckel des Wasserbehälters schliesst luftdicht, so dass ein Verdunsten des Wasservorrats nicht eintritt. Durch Zusatz eines antiseptischen Mittels, z. B. durch eine Hand voll Seesalz wird das Wasser verhindert in Fäulnis überzugehen.

Fig. 110 und 111.

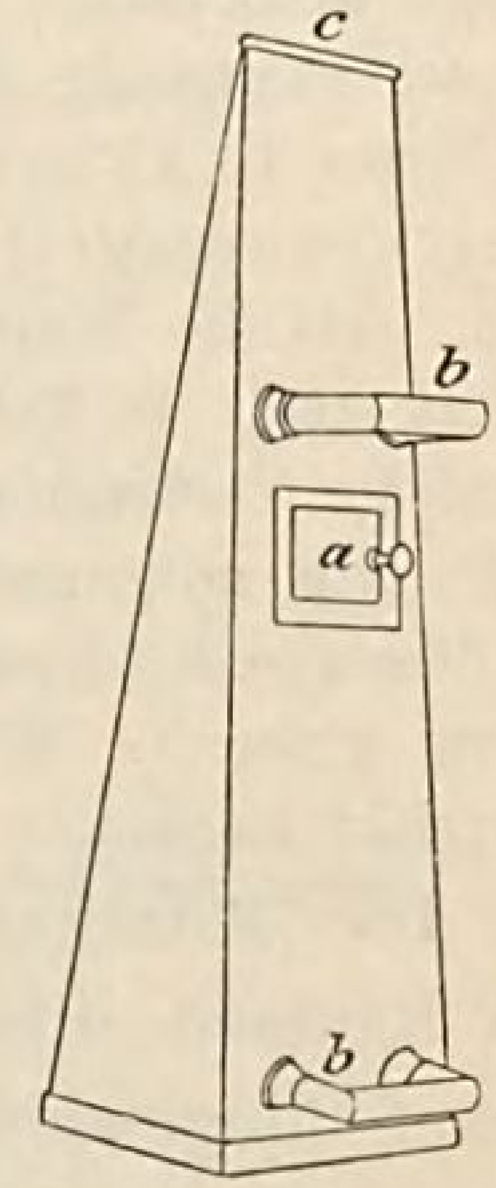


Feuereimer von Messer & Thorpe in London.

Als einfach und praktisch muss auch der von P. Schwartz in Bocholt konstruierte Handfeuerlöscher (D. R. P. No. 49489) bezeichnet werden. Derselbe ist eine Art keilförmig gestalteten Wassereimers, der im gefüllten Zustande aufgestellt und jederzeit benutzt werden kann (Fig. 112). Die Füllung erfolgt nach Öffnen des Schiebers a bis zur Höhe desselben; ist der Schieber geschlossen, so werden im Gebrauchsfalle beide Griffe b b erfasst und der Feuerlöscher wird in gerader Richtung nach dem Ziele geschwungen; bei jedem Schwunge tritt der Wasserstrahl aus dem Schlitz c hervor, was bis zu 15mal wiederholt werden kann.

Die neuerdings mehrfach angepriesenen Feuerlöschgranaten, d. s. kugelförmige Flaschen von dünnem Glase, die mit einer Flüssigkeit angefüllt sind, welche, sobald sie mit dem vom Feuer ergriffenen Gegenstande in Berührung kommt, eine Kruste bilden soll, durch welche die Luft von dem verbrennlichen Körper abgeschlossen und dadurch das Feuer zum Verlöschen gebracht werden soll, sind von sehr zweifelhaftem Werte. Ihre feuerlöschende Wirkung beruht im wesentlichen nur auf der in den Flaschen enthaltenen geringen Menge Wassers.

Fig. 112.



Feuerlöscher von von P. Schwartz in Bocholt.

Löschdosen, welche Chemikalien enthalten, die entweder bei ihrer Entzündung im Feuer oder bei direkter Einwirkung den Sauerstoff der Luft schneller als das vorhandene Feuer verzehren und dieses dadurch zum Erlöschen bringen, oder die grosse Mengen von Gasen bilden, durch welche die zur Unterhaltung des Feuers nötige Luft verdrängt wird, finden nützliche Verwendung in geschlossenen Räumen. Besonders bekannt sind die Bucher'schen Feuerlöschdosen und Bergrat Kühn's Dosen. Sie sollen insbesondere bei Bränden von Spiritus, Teer, Terpentin, Petroleum und anderen Ölen, Talg, Speck, Zucker, Wachstuch, Pech u. s. w. mit Nutzen verwendet werden. Die Bucher'schen Dosen enthalten nach Liebig's Analyse 58,53 Teile Salpeter, 36,33 Teile Schwefel und 3,14 Teile Kohle, sowie etwas Braunrot oder Eisenocker. Kühn's Dosen enthalten 30 Teile Schwefel und 60 Teile Salpeter mit Zusatz von Koks und Bolus.

Extinkteure (Gasspritzen) sind kleine tragbare, mit einer Flüssigkeit gefüllte Behälter mit Spritzvorrichtung, welche in gewerblichen Anlagen zum Zweck der Bekämpfung kleinerer Brände mit Nutzen verwendet werden können. Von manchen Fachleuten wird der Wert der Extinkteure bestritten.[1]) Der Extinkteur ist französischen Ursprungs und wurde 1864 von Vignon

[1]) Archiv und Zentralblatt für Feuerschutz, Rettungs- und Versicherungswesen 1889, S. 72.

und Dr. Charlier erfunden; zur Füllung ihres Apparates benutzten dieselben Weinsteinsäure und doppeltkohlensaures Natron. Die ursprüngliche Einrichtung sowohl wie die zur Füllung benutzten Massen sind im Laufe der Zeit nicht unwesentlich verbessert. Die Wirkung der Extinkteure besteht darin, dass im Augenblick der beabsichtigten Anwendung die in dem Behälter bis dahin getrennt gehaltenen Flüssigkeiten (Lösung von doppeltkohlensaurem Natron und konzentrierter Schwefelsäure) vermischt werden, damit sich Gas (Kohlensäure) und infolgedessen ein Druck bildet, der das Ausspritzen der Flüssigkeit mit der am Behälter angebrachten Spritzvorrichtung ermöglicht. Von den bekannteren Konstruktionen sind zu nennen Böhle's Patent-Gasspritze, die Extinkteure der Firmen F. F. A. Schulze in Berlin, G. A. Poelmann in Brüssel, J. G. Lieb in Biberach (Württemberg), Bernhard Loeb jun. in Berlin u. a. m.

Von tragbaren Feuerlöschgeräten verdient noch der von Siegfried Bauer in Bonn hergestellte Feuerannihilator (Assekurranzspritze) genannt zu werden. Die Vorrichtung besteht aus einem etwa 45 cm hohen verzinnten Eisenblecheimer, an welchem eine Saug- und Druckpumpe in schräger Richtung angebracht ist. Der Apparat wiegt etwa 7 kg und kann in gefülltem Zustande von einem Manne leicht transportiert werden. Während des Spritzens kann nachgefüllt werden, so dass die Löscharbeit von der einmaligen Füllung unabhängig ist. Die Firma liefert für diese Annihilatoren auch eine aus verschiedenen Stoffen zusammengesetzte Löschmasse, welche mit Wasser verdünnt durch die Pumpe auf das zu löschende Feuer gespritzt werden soll. Aus den oben genannten Gründen kann derartigen Löschmitteln kein grosser Wert beigelegt werden, es wird daher ausreichend sein, bei diesen und ähnlichen Handspritzen lediglich Wasser zu verwenden.

Die in neuerer Zeit im gewerblichen Leben vielfach zur Anwendung gekommene flüssige Kohlensäure ist auch zur Einrichtung von Feuerspritzen verwendet worden. Auf der Deutschen allgemeinen Ausstellung für Unfallverhütung vom Jahre 1889 hatte die Firma E. Alisch & Co. in Berlin sowohl eine tragbare, als auch eine fahrbare Kohlensäurespritze zur Schau gestellt. Die Einrichtung dieser Spritzen besteht darin, dass die Wasserbehälter derselben mit einer Kohlensäureflasche in Verbindung gesetzt sind. In Thätigkeit gesetzt wird eine derartige Spritze durch einen Handgriff, indem die Verbindung zwischen den Wasserbehältern und der Kohlensäure hergestellt wird. Die mitgerissene Kohlensäure erhöht die Löschkraft des Wassers. Der Druck der flüssigen Kohlensäure wird durch ein Absperrventil unter Beobachtung eines Manometers geregelt. Mit 1 kg flüssiger Kohlensäure kann eine Wassermenge von 300 l verspritzt werden.[1])

Die Mitteilung von Einzelheiten über fahrbare Spritzen würde den Rahmen dieser Abhandlung überschreiten. Es soll daher nur kurz darauf hingewiesen werden, dass die Feuerspritze für eine Fabrik von einer dem Umfange und der Höhe der Gebäude entsprechenden Kraft sein muss. In Fabriken, wo die Spritze nicht beständig gebrauchsfertig

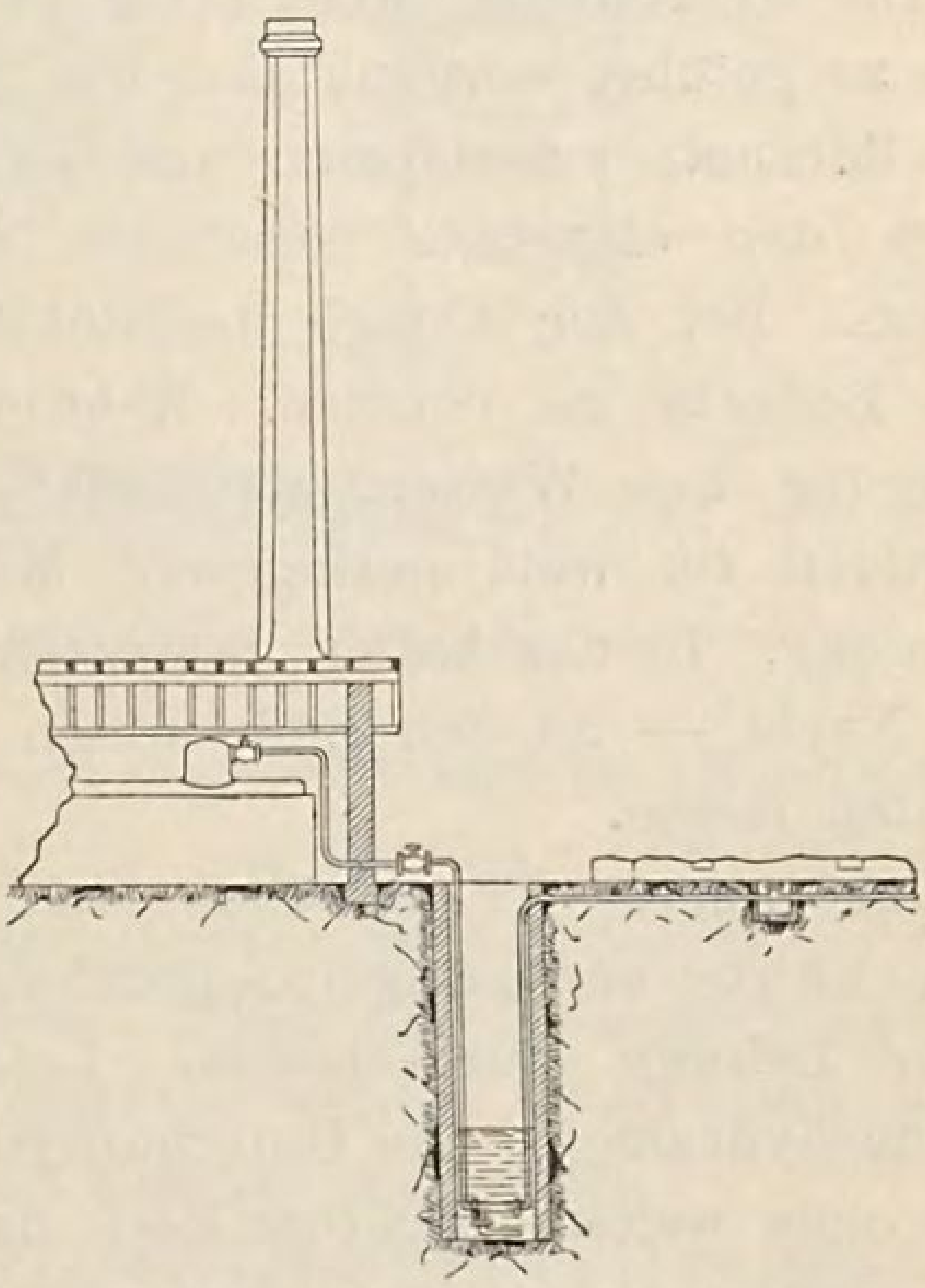
[1]) Der Vorschlag, flüssige Kohlensäure unmittelbar zur Feuerlöschung zu benutzen, wurde zuerst von dem amerikanischen Marineoffizier Barber im Jahre 1875 gemacht. Ein nennenswerter Gebrauch ist von dieser Methode bisher nicht gemacht. Es ist auch zu bedenken, dass die Anwendung flüssiger Kohlensäure für solche Räume unthunlich ist, in denen sich noch Menschen befinden. In einem Raume, welcher 15 bis 20% Kohlensäure enthält, erlischt zwar ein Feuer, doch ist der Aufenthalt von Menschen in solchen Räumen unmöglich.

aufgestellt ist, sollte bei ihrer Unterbringung darauf geachtet werden, dass der Raum frostfrei und leicht zugänglich ist.

Fahrbare Feuerspritzen mit Dampfbetrieb sind für gewerbliche Anlagen, in denen Dampf- und andere motorische Kräfte zu Gebote stehen, nicht empfehlenswert. Man wird vorteilhafter die vorhandene Dampfkraft zur Erzeugung von Druckwasser (Hochwasserbehälter) verwenden, welches zu jeder Zeit zur Verwendung bei Bränden bereit ist. Eine besonders zweckmässige Verwendung des Dampfes wird durch die von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover gebauten Dampfstrahl-Feuerspritzen erzielt.

Die Wirksamkeit der Körting'schen Dampfstrahlspritze entspricht derjenigen der gewöhnlichen Dampfstrahlpumpen, indem die treibende Kraft eines gepressten Dampfstrahles benutzt wird, um Wasser anzusaugen und unter Druck zu setzen. Der Apparat hat den grossen Vorteil, dass er ohne bewegliche Teile arbeitet und daher nicht in Unordnung geraten kann. Er ist so eingerichtet, dass er schon bei einem Dampfdruck von zwei Atmosphären in Thätigkeit treten kann und mit dieser Spannung eine Wurfhöhe von etwa 20 m erreicht. Für gewerbliche Anlagen, deren Kessel ohne Betriebsunterbrechung arbeiten oder während der Ruhepausen, also über Nacht und an Sonn- und Festtagen, so weit unter Druck bleiben, dass der Dampfdruck nicht unter zwei Atmosphären sinkt, sind Körting'sche Dampfstrahl-Feuerspritzen sehr zweckmässig.

Fig. 113.



Dampfstrahl-Feuerspritze
von Gebr. Körting in Hannover.

Fig. 113 veranschaulicht die Anordnung der einzelnen Teile dieser Dampfstrahlspritze für eine Fabrikanlage. Die Inbetriebsetzung ist eine sehr einfache; es bedarf nur der Öffnung eines Dampfventiles, um den Apparat zur Wirkung zu bringen. Der erste herbeieilende Arbeiter kann also mit dem Rettungswerke sofort beginnen. Im allgemeinen ist es ratsam, das Wasser der Dampfstrahlspritze von einem höher gelegenen Wasserbehälter zufliessen zu lassen. Ist ein solcher nicht vorhanden, so ist es am zweckmässigsten, den Apparat, wie in der Figur dargestellt, in einen Brunnen zu legen. Das Druckrohr wird über das ganze Grundstück geführt, und an geeigneten Stellen werden Hydranten angebracht. In die Druckleitung wird ein Sicherheitsventil eingeschaltet, welches dem Wasser den Ausfluss erlaubt, wenn bei arbeitendem Apparat zufällig sämtliche Schläuche für kurze Zeit auf einmal ausser Betrieb gesetzt werden.

Die unmittelbare Feuerlöschung durch Wasserdampf kann

bei gewerblichen Anlagen nur dann von Nutzen sein, wenn es sich um Erstickung eines Brandes in bestimmt abgegrenzten Räumlichkeiten handelt. Beispielsweise ist diese Methode in Baumwollspinnereien in der Weise mit Erfolg angewendet worden, dass Abzweigungen einer Dampfrohrleitung bis in die Opener und bis in die Staubkammern und Staubkanäle geführt sind. Öffnet man im Falle eines Brandes, der sich bekanntlich rasch von den Maschinen den Staubkammern und Kanälen mitteilt, die Hähne der Dampfleitung, so strömt der Dampf mit grosser Gewalt aus, erstickt das vorhandene Feuer und lässt keine Rauchbildung aufkommen.

4. Wasserleitungs- und selbstthätige Feuerlösch-Einrichtungen. Die Zuführung des Wassers für Feuerlöschzwecke durch Leitungen ist bei gewerblichen Anlagen ganz besonders vorteilhaft, da die Leitung in der Regel auch für die Zuführung des gewöhnlichen Gebrauchswassers dient. Die Verwendung des Leitungswassers für den vorliegenden Zweck ist jedoch nur bei einem genügend hohen Leitungsdruck möglich.

Die Rohrleitung, welche für Feuerlöschzwecke benutzt werden soll, muss so geführt werden, dass die Baulichkeiten überall von aussen von dem Rohrnetz umschlossen und dass von diesem Abzweigungen in das Innere der einzelnen Geschosse und grösseren Abteilungen geführt werden. Bei der Anlage der Rohrleitungen ist vor allem auf frostfreie Lage Bedacht zu nehmen. Rohrleitungen, in welchen beständig eine Bewegung des Wassers stattfindet, unterliegen erfahrungsmässig dem Einfrieren in weit geringerem Maasse, als Leitungen ohne Wasserbewegung. In der kalten Jahreszeit sollte man demnach — namentlich über Nacht — an den Endpunkten der Leitungen etwas Wasser ständig ablaufen lassen.

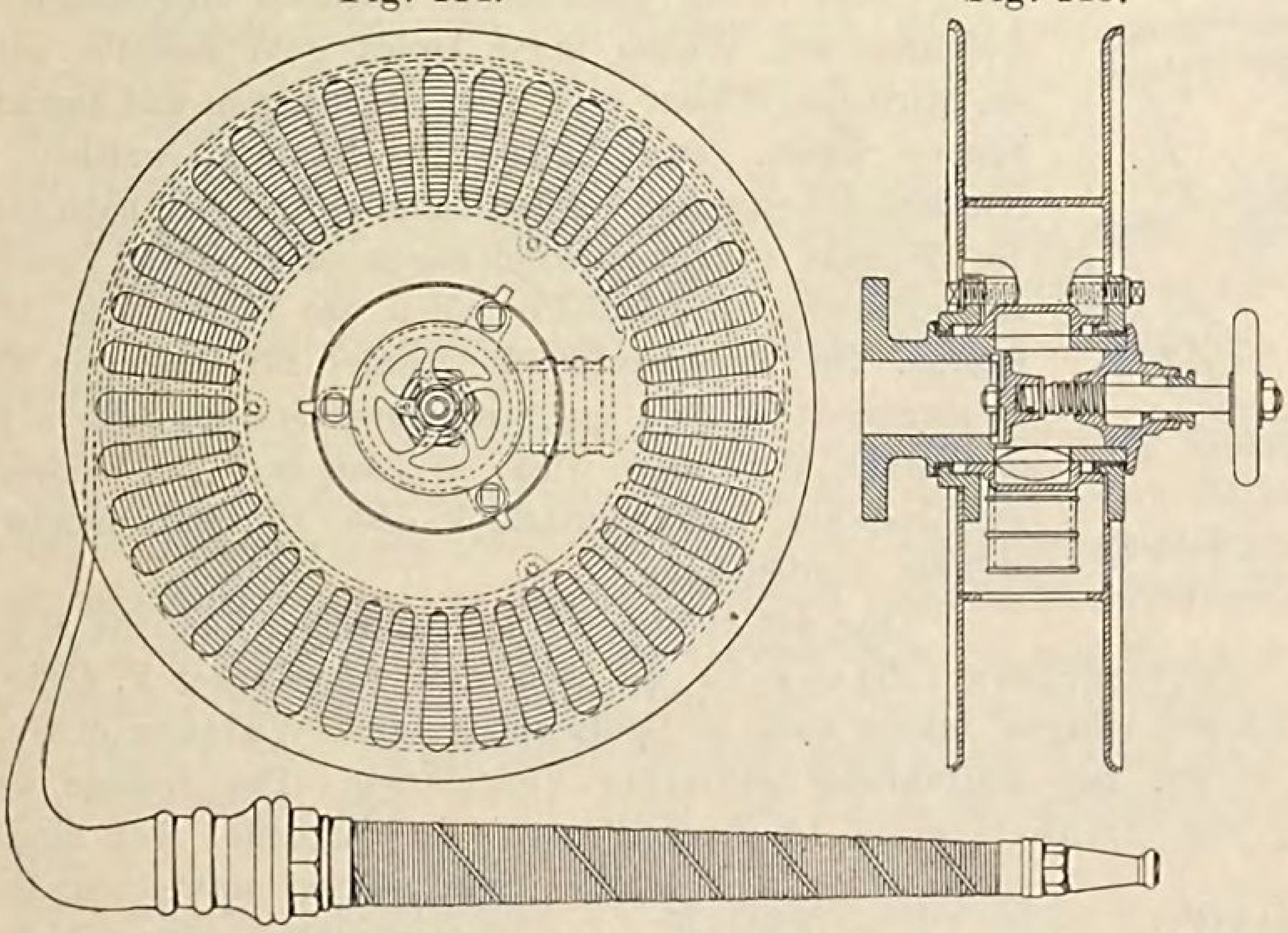
Im Innern der Gebäude sind an geeigneten Stellen der Leitung Feuerhähne anzubringen, ausserhalb der Baulichkeiten sind Hydranten in die Leitung einzuschalten. Letztere sind entweder Unterflur- oder Überflurhydranten. Die Unterflurhydranten haben den Nachteil, dass sie nicht ohne weiteres sichtbar sind, dass im Falle der Benutzung die Deckel erst gelöst werden und dass ein Standrohr aufgesetzt werden muss, welches die Schlauchverschraubungen trägt.

Über die Zahl und den Platz der im Innern der Gebäude anzubringenden Feuerhähne lassen sich allgemein giltige Regeln nicht aufstellen. Im Einzelfalle entscheidet die Örtlichkeit und das zu schützende Objekt. Die Spritzenschläuche bleiben zweckmässigerweise mit dem Feuerhahn stets verbunden. Bei den gewöhnlichen Feuerhähnen ist dies

möglich, wenn man die Schläuche nicht rollt, sondern dieselben nach dem Vorschlage von Leonhardt[1]) an der Wand über Riegel auf und ab führt.

Der in Fig. 114 und 115 dargestellte Moormann'sche Feuerhahn[2]) gestattet es, den Schlauch auch in gerolltem Zustande stets mit dem Feuerhahn vereinigt zu lassen. Der Feuerhahn ist mit einem drehbaren Haspel umgeben, welcher die Abwickelung des Schlauches sehr erleichtert. Die Handhabung ist sehr einfach, und derselbe bietet beachtenswerte Vorzüge. Der Moormann'sche Feuerhahn wird auch, auf einen Pfosten montiert, als Überflurhydrant im Freien benutzt.[3]) Das Ventil der auf diese Weise eingerichteten Hydranten wirkt beim Gebrauche selbstthätig indem es sich öffnet, sobald der Schlauch aus dem Schutzkasten herausgezogen wird.

Fig. 114. Fig. 115.



Moormann's Feuerhahn mit Schlauchtrommel.

Die für einen Hydranten nötigen Ausrüstungsstücke (Hanfschlauch mit Verschraubung, Strahlrohr, Standrohr und Schlüssel zum Öffnen des Hydranten) sind in einem kleinen mit Glaswand versehenen Schranke unterzubringen, welcher in unmittelbarer Nähe des Hydranten an einer Wand zu befestigen ist. Die Feuerhähne werden direkt mit einem solchen Schrank, der keine Rückwand besitzt, umkleidet.

Der für jeden Feuerhahn oder Hydranten erforderliche Hanfschlauch soll etwa 15 m Länge haben; er kann kürzer sein, wenn es sich um wenig ausgedehnte Räumlichkeiten handelt.

Die Durchgangsöffnung der Feuerhähne soll mindestens 25 mm

[1]) Zentralblatt der Bauverwaltung 1886, S. 18.

[2]) Lieferant: H. Breuer & Co. in Höchst a. M.

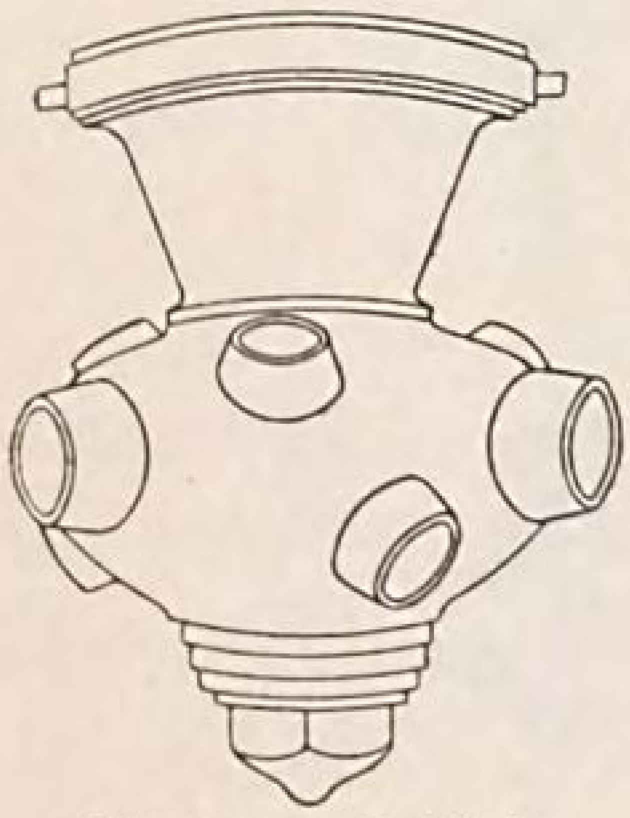
[3]) Zentralblatt der Bauverwaltung 1893, S. 175.

weit sein. Liegen die Feuerhähne in der Nähe leicht brennbarer oder solcher Materialien oder Räumlichkeiten, die eines besonderen Schutzes gegen Feuersgefahr bedürfen, so muss die Weite auf 40 bis 50 mm vergrössert werden.

Unter den mannichfaltigen Einrichtungen, die den Zweck haben, die Benutzung der Wasserleitungen für Feuerlöschzwecke zu ermöglichen, verdienen noch die folgenden besonders hervorgehoben zu werden.

Die Voit'sche Feuerlöscheinrichtung soll dazu dienen, Schadenfeuer in Räumen, die wegen Explosionsgefahr, Hitze, Rauch und aus anderen Gründen nicht betreten werden können, oder in schwer zugänglichen Räumen zu bekämpfen. Das in Fig. 116 dargestellte Streumundstück wird an einem Schlauch befestigt oder in ein vorhandenes Rohrnetz eingeschaltet. Durch Zuführen von Wasser unter Druck geht dasselbe selbstthätig an, wirft das Wasser nach allen Richtungen und durchnässt den ganzen Raum. Der Umfang des Raumes, welcher von dem Mundstück bestrichen werden kann, richtet sich nach dem Drucke des Wassers in den Rohrleitungen oder in den Feuerspritzen; die grösseren Mundstücke sollen das Wasser bis 18 m weit werfen. Die Streumundstücke werden für besondere Fälle auch so eingerichtet, dass ein Streumundstück mit einem Einstrahlmundstück kombiniert wird, so dass es je nach Bedürfnis als gewöhnliches Strahlmundstück oder als Streumundstück verwendet werden kann.

Fig. 116.



Streumundstück von W. Voit.

Eine der vorstehend beschriebenen ähnliche aber selbstthätige Feuerlöscheinrichtung ist die von dem Amerikaner F. Grinnell ersonnene und seit einigen Jahren auch in Deutschland durch Walther & Co. in Kalk bei Köln a. Rh. zur Ausführung gebrachte Vorrichtung. Die neueste verbesserte Anordnung der Grinnell'schen Löschvorrichtung[1]) ist folgende: Von einem Hauptrohr, welches mit einem Hochdruck-Wasserbehälter oder mit einer unter genügendem Druck stehenden Wasserleitung, oder mit einem Pumpwerk in Verbindung steht, werden in die zu schützenden Räume Zweigleitungen geführt, die mit einander parallel in etwa 3 m Entfernung verlegt werden. In diese Zweigleitungen werden in etwa 3 m Entfernung Brausen eingeschaltet, welche selbstthätig in Wirksamkeit treten und einen Raum von etwa 9 qm mit Wasser bespritzen, sobald die Temperatur in ihrer Umgebung auf etwa 70° C steigt. Die Einrichtung der Brausen wird durch die Figuren 117 und 118 veranschaulicht. In den erweiterten Kopf der Düse, welche in die Zwischenleitung eingeschraubt

Fig. 117.

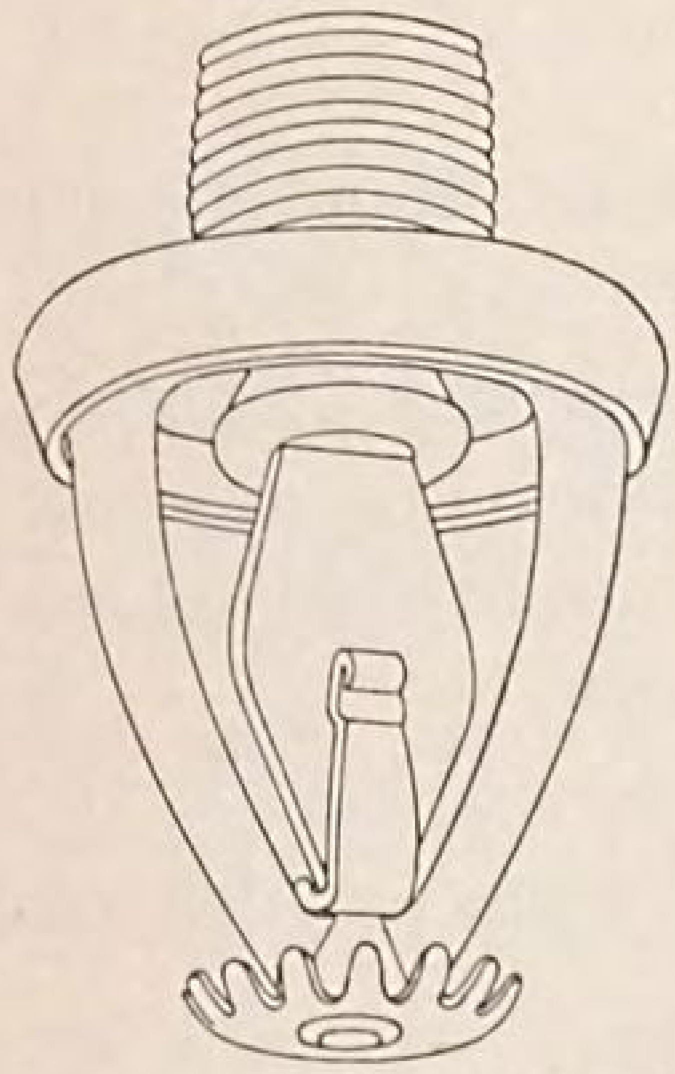
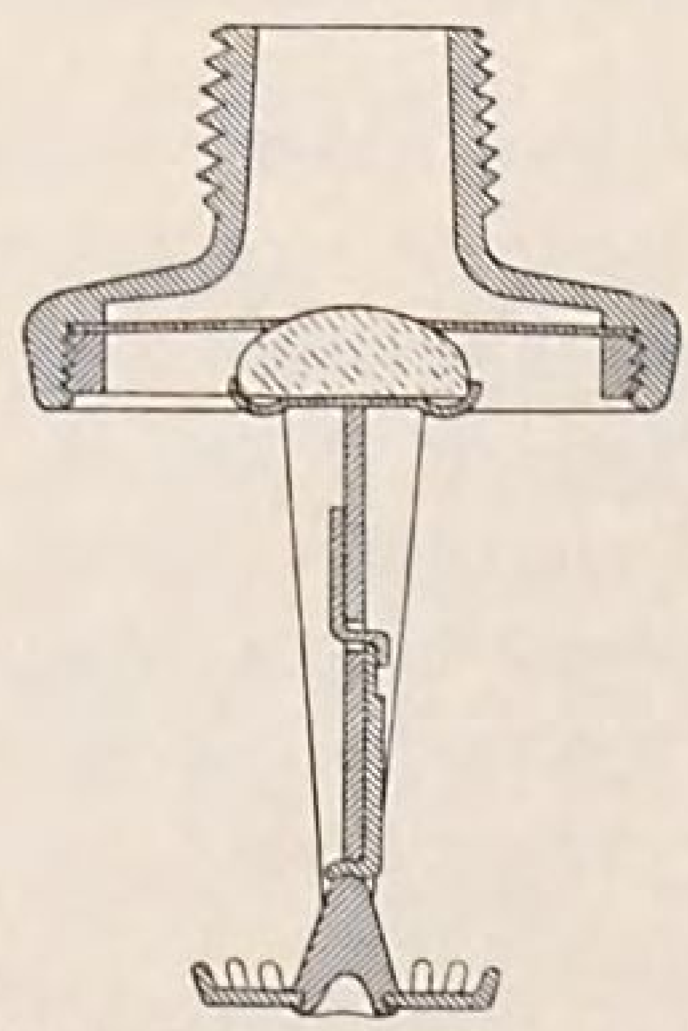


Fig. 118.



Selbstthätige Feuerlöscheinrichtung System Grinnell.

[1]) Zeitschr. d. Zentralstelle f. Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen 1894, S. 21.

wird, ist eine dünne Platte aus Neusilber eingespannt, die eine Öffnung von 13 mm Durchmesser besitzt. Die Öffnung wird durch ein Glasventil abgeschlossen, welches durch eine Steife gegen die Membran gepresst wird. Die Steife besteht aus drei Teilen, welche in einander greifen und mit einander verlötet sind; die Abstützung der Steife erfolgt durch einen feststehenden Bügel, der eine gezahnte Platte trägt. Wird durch ein in der Nähe einer Brause entstehendes Feuer eine Temperatur von etwa 70° entwickelt, so wird die Verlötung der Steife, die diesen Schmelzpunkt hat, erweicht und durch den auf das Glasventil wirkenden Wasserdruck nach auswärts geschoben, bis die einzelnen Teile der Steife sich vollständig von einander lösen. Nunmehr werden Steife und Ventil weggeschleudert, ein Wasserstrahl spritzt aus der freigewordenen Öffnung gegen die gezahnte Platte und zerteilt sich an dieser in zahlreiche dünne Strahlen, die teils nach oben teils nach unten den die Brause umgebenden Raum erfüllen und auf das im Entstehen begriffene Feuer einwirken.

Mit der Löscheinrichtung wird gewöhnlich noch ein Alarmapparat verbunden. Die Einrichtung des letzteren besteht darin, dass in die Hauptleitung ein Ventil eingeschaltet wird, welches sich öffnet, wenn an irgend einer Stelle der Verteilungsleitungen ein Wasserabfluss eintritt. Durch die Bewegung dieses Ventils wird mittels mechanischer und elektrischer Vorrichtungen ein Glockensignal oder dergl. gegeben. Da ein solcher Alarmapparat bei jedem Wasserabfluss meldet, so wird nicht nur ein ausbrechendes Feuer, sondern es werden auch Beschädigungen der Rohrleitung oder der Brausen angezeigt.

Wenn zu befürchten ist, dass im Winter die mit Wasser gefüllten Leitungen einfrieren, so wird an Stelle des Wassers komprimierte Luft von ein bis zwei Atmosphären Überdruck in die Leitungen eingelassen, und in die Hauptwasserleitung wird ein Doppelsitzventil eingeschaltet, welches die komprimierte Luft von dem Wasser trennt. Unter dem Druck der Luft bleibt das Ventil so lange geschlossen, bis eine Brause sich öffnet. Aus dieser strömt dann die komprimierte Luft aus, und das Doppelsitzventil öffnet sich für den Wasserzufluss, da der Druck der Luft sinkt. Das Wasser strömt nun in die trockenen Verteilungsleitungen und spritzt aus der geöffneten Brause auf die gefährdete Stelle.

Die Grinnell'sche Vorrichtung ist in vielen, namentlich in amerikanischen Fabriken und Speichern angebracht und hat in zahlreichen Fällen die Ausbreitung von Bränden verhütet. Sie ist gewissermaassen als das vollkommenste zu bezeichnen, was bis jetzt auf dem Gebiete selbstthätiger Feuerlöscheinrichtungen erreicht worden ist. Ihre Vorzüge bestehen darin, dass sie zu jeder Zeit in Wirksamkeit tritt und weder einer Beaufsichtigung noch eines An- und Abstellens von Ventilen u. dergl. bedarf. Es wird ein unnötiger Wasserschaden verhütet, da das Wasser sich nur da ergiesst, wo wirklich Feuer entsteht. Die Wirkung ist ferner in nicht frostfreier Lage gesichert, auch ist die Einrichtung für unzugängliche Räume verwendbar. Amerikanische und englische Versicherungsgesellschaften sollen bei Anwendung der Grinnell'schen Apparate eine Prämienermässigung gewähren.

5. Rettungsvorrichtungen bei Feuersgefahr. Da in einer Fabrik, trotz der gegen Feuersgefahr getroffenen vorbeugenden Maassnahmen Personen bei einem ausbrechenden Brande in Gefahr geraten können, so ist es ratsam, auch auf Bereithaltung solcher Rettungsvorrichtungen Bedacht zu nehmen, die entweder von den bedrohten Personen

selbst oder von solchen, die sich ausserhalb der Feuersgefahr befinden, zur Anwendung gebracht werden können.

Diese Rettungsvorrichtungen sind um so eher entbehrlich, je sorgfältiger beim Bau einer Fabrik, nach den in den vorhergehenden Abschnitten erörterten Gesichtspunkten, darauf Bedacht genommen ist, die Feuersgefahr auszuschliessen. Die Bereithaltung derartiger Rettungsvorrichtungen wird zur Notwendigkeit, wenn bei der Erbauung der Fabrik die Rücksichten auf Beseitigung von Feuersgefahr teilweise oder ganz ausser acht gelassen wurden.

Von der Beschreibung solcher Rettungsvorrichtungen darf an dieser Stelle Abstand genommen werden, da dieselben entweder als Ausrüstungsstücke der Feuerwehren — fahrbare Leitern, Sprungtücher, Rettungsschläuche — allgemein bekannt, oder aber wenig erprobt und unzuverlässig sind.

Über Rauchschutzgeräte, deren Bereithaltung in gewerblichen Anlagen namentlich dann zweckmässig ist, wenn Materialien verarbeitet werden, die bei entstehenden Bränden starke und belästigende Rauchentwickelung hervorrufen, vergl. Abschnitt VIII.

c. Allgemeine, zur Sicherung gegen Feuersgefahr erlassene Vorschriften.

Allgemein giltige, gesetzliche Bestimmungen in betreff der bei gewerblichen Anlagen zu beobachtenden Vorsichtsmaassregeln gegen Feuersgefahr sind in Deutschland nur wenige vorhanden. Es sind hierher zu rechnen die vom Bundesrat erlassenen allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlage von Dampfkesseln vom 5. August 1890, welche einige hierhergehörige Vorschriften enthalten, sowie die im § 120a Abs. 3 der Gewerbeordnung[1]) enthaltene Vorschrift, wonach „diejenigen Vorrichtungen herzustellen sind, welche zum Schutze der Arbeiter gegen die Gefahren, welche aus Fabrikbränden erwachsen können, erforderlich sind".

Nach § 120e Abs. 1 u. 2 a. a. O. können entweder durch Beschluss des Bundesrats oder auf Anordnung der Landeszentralbehörden oder durch Polizeiverordnungen der zum Erlass solcher berechtigten Behörden Vorschriften darüber erlassen werden, welchen Anforderungen in bestimmten Arten von Anlagen zur Durchführung der in den §§ 120a bis 120c enthaltenen Grundsätze, also auch des vorgenannten in bezug auf Feuersgefahr, zu genügen ist.

Von dieser gesetzlichen Befugnis, für gewisse Gruppen gleichartiger

[1]) Vergl. S. 163.

Fabriken besondere polizeiliche Vorschriften über Sicherheitsmaassregeln gegen Feuersgefahr zu treffen, ist bislang kaum Gebrauch gemacht worden, dagegen sind ausnahmslos in allen Landesteilen Baupolizeiordnungen erlassen, welche neben anderen auch Vorschriften betreffs der hier in Rede stehenden Sicherheitsmaassregeln enthalten. Dieselben finden allgemein auf sämtliche Bauten Anwendung, und nur wenige geben gleichzeitig besondere Vorschriften[1]) über bestimmte Arten gewerblicher Anlagen.

In Preussen sind neben den Baupolizeiordnungen, welche auf Grund des Gesetzes über die Polizeiverwaltung vom 11. März 1850 und des Gesetzes über die allgemeine Landesverwaltung vom 30. Juli 1883 erlassen sind, auch von einzelnen wenigen Behörden auf Grund dieser gesetzlichen Bestimmungen Polizeiverordnungen erlassen, die lediglich Maassnahmen betreffen, welche auf Sicherung gegen Feuersgefahr in gewerblichen Betrieben abzielen.

Nachfolgend geben wir den Inhalt einer vom Regierungspräsidenten zu Oppeln unter dem 4. November 1890 erlassenen derartigen Polizeiverordnung wieder. Dieselbe enthält sehr zweckmässige Bestimmungen, deren Einführung für andere Bezirke als wünschenswert bezeichnet werden muss.

Polizeiverordnung für den Regierungsbezirk Oppeln, betreffend die Einrichtung und den Betrieb der Fabriken zur Sicherung gegen Feuersgefahr.

Auf Grund der §§ 137 und 139 des Gesetzes über die allgemeine Landesverwaltung vom 30. Juli 1883 (Gesetz-Sammlung S. 195 ff.) verordne ich gemäss §§ 6, 12 und 15 des Gesetzes über die Polizeiverwaltung vom 11. März 1850 (Gesetz-Sammlung S. 265) in gleichzeitiger Ergänzung der Polizeiverordnung über die Bauten in den Städten des Regierungsbezirks Oppeln vom 23. Juni 1885 und der Baupolizeiverordnung für das platte Land des Regierungsbezirks Oppeln vom 31. Dezember 1889 bezüglich des Baues und des Betriebes von Fabriken unter Zustimmung des Bezirksausschusses zu Oppeln was folgt:

§ 1. Bei Anträgen, durch welche die Erlaubnis zur Errichtung von Fabriken nachgesucht wird, muss in den betreffenden Vorlagen ohne Unterschied, ob die Genehmigung zum Bau von der Ortspolizeibehörde oder gemäss § 16 der Reichsgewerbeordnung bezw. §§ 109 und 110 des Zuständigkeitsgesetzes vom 1. August 1883 von den daselbst bezeichneten Behörden zu erteilen ist, die Art und der Umfang des Gewerbebetriebes, die Zahl, Grösse und Bestimmung der Arbeitsräume, deren Zugänglichkeit, Licht- und Luftversorgung, die Maximalzahl der in jedem Raume zu beschäftigenden Arbeiter und die Stellung der Maschinen angegeben werden.

§ 2. Fabrikgebäude mit zwei oder mehr Stockwerken, in welchen brennbare Stoffe verarbeitet werden, müssen auf je 25 m ihrer Länge vorschriftsmässige Brandgiebel erhalten. Die Entfernung derselben von einander kann ausnahmsweise auf 50 m er-

[1]) Die Baupolizeiordnung für Berlin enthält beispielsweise besondere Vorschriften über die Einrichtung von Holzbearbeitungswerkstätten, in welchen Feuerungsanlagen enthalten sind.

weitert werden. Öffnungen in den Brandgiebeln dürfen nur ausnahmsweise und nur an nicht besonders gefährdeten Stellen angebracht werden. Diese Öffnungen müssen mit in Falzen liegenden Thüren von unverbrennlichem Material versehen sein, welche sich selbstthätig schliessen.

§ 3. Alle Treppen, welche an die für die Arbeiter bestimmten Ausgänge anschliessen, sind in gesonderten Räumen anzulegen, welche von massiven, mindestens 0,5 m über das Dach hinausgehenden Wänden umschlossen sind (Treppenhäuser). Sämtliche nach den Treppenhäusern führenden Thüren müssen in Falzen liegen und unverbrennlich sein, nach dem Treppenhause zu aufschlagen und sich selbstthätig schliessen. Die im ersten Absatze gedachten Treppen müssen unverbrennlich sein. Die Breite derselben muss mindestens 1,2 m betragen. Werden mehr als 100 Personen in einem Fabrikgebäude beschäftigt, so ist die Treppenbreite derartig zu bestimmen, dass für je weitere 100 Personen eine Verbreiterung der Treppe um 0,75 m eintritt. Gewendelte Treppen müssen die doppelte Breite haben. In drei- und mehrgeschossigen Gebäuden müssen mindestens zwei Treppenhäuser angelegt werden. Bei solchen Fabrikgebäuden, welche ausser dem Erdgeschoss nur ein Stockwerk besitzen, genügt die Anlage einer Treppe. Die Treppen sind in allen Fällen derartig anzulegen, dass die Entfernung derselben von den entlegensten Arbeitsplätzen nicht mehr als 20 m beträgt. Diese Bestimmung findet für diejenigen Fabrikgebäude, welche nur aus einem Geschosse bestehen, hinsichtlich der ins Freie führenden Thüren sinngemässe Anwendung. Die vorgedachten Maasse sind entsprechend zu verringern, wenn der Weg von den Arbeitsplätzen nach den Treppen bezw. den Thüren durch Maschinen, Wände u. s. w. gesperrt ist. Die Treppenhäuser sind gut zu erleuchten; feuergefährliche oder den Verkehr hindernde Gegenstände dürfen in denselben nicht untergebracht werden. Diejenigen in einem Fabrikgebäude befindlichen Treppen, welche nicht für den Verkehr der Arbeiter dienen, müssen, wenn sie aus Holz sind, unterhalb gerohrt und geputzt oder mit einer in gleichem Maasse feuersicheren Verkleidung versehen werden. Sämtliche Thüren eines Fabrikgebäudes, welche aus den Arbeitsräumen ins Freie oder zu den für den Verkehr der Arbeiter bestimmten Treppen führen, müssen eine Breite von mindestens 1,2 m haben.

§ 4. Die Decken in Fabrikgebäuden sind feuersicher herzustellen; hölzerne Decken sind zu verrohren und zu verputzen, oder mit Filz und Schwarzblech zu beschlagen. Ausnahmen dürfen für solche Räume zugelassen werden, in denen nur wenig oder vorübergehend Menschen beschäftigt sind, insbesondere Speicher, Zuckerböden u. s. w.

§ 5. Die Fenster der Arbeitsräume dürfen nur im untern Stockwerk vergittert werden; in den übrigen Stockwerken müssen sie leicht zu öffnen sein und den Durchtritt eines Menschen gestatten.

§ 6. Abgesehen von den Treppenhäusern sind alle Einrichtungen, welche zwei oder mehrere Räume mit einander verbinden (Fahrstühle und Elevatoren, Licht- und Lüftungsschachte, Schütten, Fallthüren, Durchlässe in den Mauern für Treibriemen, Triebwerkswellen u. s. w.) so einzurichten, dass im Falle eines Brandes Feuer und Rauch durch dieselben nicht in andere Stockwerke dringen kann. Fahrstühle und Elevatoren sind deshalb möglichst an den Aussenwänden anzubringen. Befinden sich dieselben im Innern der Gebäude, so sind die Schachte aus unverbrennlichem Material herzustellen oder mit solchem zu ummanteln und möglichst bis über die Dachfläche zu führen. Dasselbe gilt für Licht- und Aufzugsschächte. Die Verschlüsse an den Aufzügen sind selbstthätig und unverbrennlich zu machen. Alle übrigen Öffnungen in Fussböden und Wänden — die Fenster und Thüren ausgenommen — müssen mit unverbrennlichen Verschlüssen versehen werden, welche nur im Bedarfsfalle geöffnet werden dürfen.

§ 7. Trockenräume dürfen in Fabrik- und Speichergebäuden nur dann angelegt werden, wenn für ihre Erwärmung Dampf, heisses Wasser oder erwärmte Luft verwandt wird und wenn sie durch Elektrizität von innen oder durch Gas von aussen erleuchtet werden und die Wände, Thüren, Decken und Fussböden aus unverbrennlichem Material bestehen. Auch bei vorhandenen Anlagen der gedachten Art muss die Bedienung der Feuerung von aussen geschehen. Eiserne Öfen, sowie die von denselben ausgehenden Heizrohre sind dergestalt mit Drahtgeflecht zu umgeben, dass eine Berührung derselben mit den zu trocknenden Gegenständen nicht möglich ist. Werden staubige Materialien getrocknet, so ist das Drahtgeflecht durch einen Blechmantel zu ersetzen.

§ 8. Brennbare Fabrikabfälle aller Art, insbesondere Späne und ölige Putzlappen, dürfen in den Arbeitsräumen nicht umherliegen. Die ersteren sind bei Beendigung der Arbeitsschicht aus den Räumen zu entfernen, die letzteren müssen, wenn sie nicht entfernt werden, in feuersicheren Behältern mit selbstthätig schliessenden Deckeln aufbewahrt werden.

§ 9. Gasflammen sind in der Regel mit Drahtnetzen zu umgeben. Auch ist zwischen Flamme und Decke ein metallener Schutzdeckel anzubringen. Das Füllen der zur Beleuchtung dienenden Petroleumlampen muss ausserhalb der Arbeitsräume und am Tage geschehen.

§ 10. Sämtliche Räume eines Fabrikgebäudes, die zur regelmässigen Beschäftigung von Arbeitern verwendet werden, müssen durch Signalvorrichtung untereinander und mit dem Maschinenhause verbunden sein. Beim regelmässigen Betriebe ist Beginn und Ende der Arbeitszeit und die In- und Ausserbetriebsetzung des Motors vermittels dieser Einrichtung zu signalisieren. Im Falle der Gefahr ist ein Alarmsignal zu geben, welches die Arbeiter zum schleunigen Verlassen der Fabrikräume auffordert.

§ 11. Die vorstehenden Bestimmungen treten auch bei bestehenden Fabrikgebäuden sofort in Kraft, soweit durch dieselben bauliche Veränderungen nicht bedingt werden. Ausgenommen von dieser letzteren Bestimmung sind jedoch die durch § 7 Absatz 2 bedingten Anlagen. Im übrigen sind die Vorschriften dieser Polizeiverordnung schon bestehenden Fabrikgebäuden gegenüber nur dann zur Durchführung zu bringen, wenn entweder erhebliche Veränderungen mit denselben vorgenommen werden, oder aber überwiegende Gründe der Sicherheit für die in ihnen beschäftigten Arbeiter dies unerlässlich und unaufschiebbar machen.

§ 12. Auf Fabrikgebäude, welche ganz massiv und ohne Verwendung von Holz für Wände, Zwischendecken, Dachgebälk und Treppen hergestellt sind, finden die in §§ 3, 5, 6 und 7 gegebenen Vorschriften keine Anwendung, sofern die bei der Fabrikation verwendeten Stoffe nicht brennbar sind.

. .

Eine andere Gruppe von Vorschriften über Sicherheitsmaassregeln gegen Feuersgefahr geht von den Feuerversicherungsanstalten aus. Die öffentlichen Feuerversicherungsanstalten in Deutschland haben für die Rückversicherung der den Zwecken der Grossindustrie dienenden Objekte eine besondere Rückversicherungsabteilung gebildet. Die von derselben herausgegebene Geschäftsanweisung für die Behandlung der Versicherungen mit erhöhter Feuersgefahr (revidierte Auflage vom 10. März 1880) enthält eine Reihe von Bedingungen für die Fabrikversicherung im allgemeinen, sowie eine Reihe von besonderen Be-

dingungen für die einzelnen Gruppen der verschiedenen Gewerbebetriebe. Es darf angenommen werden, dass sich diese Bedingungen im Durchschnitt mit denjenigen decken, welche von den verschiedenen Feuerversicherungsanstalten hinsichtlich der Vorkehrungen gegen Feuersgefahr gefordert werden.

Aus der Einleitung zu der vorbezeichneten Geschäftsanweisung ist zu entnehmen, dass die Rückversicherungsabteilung es für empfehlenswert gehalten hat, für sämtliche Anstalten gewisse einheitliche Grundsätze aufzustellen, weil zwar in der Regel durch die dem Bau vorhergegangene und in vielen Bezirken auch durch die nach Ausführung des Baues stattfindende polizeiliche Kontrolle in baulicher Hinsicht groben Verstössen gegen die Feuersicherheit begegnet werde, indessen doch nötig sei, von Anstalts wegen sorgfältige Prüfungen vorzunehmen, um etwa nachträglich eingetretene Unzulässigkeiten zu beseitigen oder Vorkehrungen gegen die denselben entspringenden Gefahren zu treffen. Überdies seien die polizeilichen Anforderungen in den einzelnen Bezirken verschieden und für den in Rede stehenden Zweck unzulänglich.

Die von der Rückversicherungsabteilung aufgestellten allgemeinen Bedingungen für Fabrikversicherungen, soweit sie nicht lediglich Verwaltungsmaassregeln betreffen, sind folgende:

1. Die Leitungsröhren für Dampf, warme Luft und Gas, sowie alle Rauchkanäle müssen während des Gebrauches monatlich mindestens einmal durch einen Sachverständigen revidiert, auch dürfen die Wärmeleitungsröhren nicht mit leicht entzündlichen Substanzen, als Stroh, Heu, Sägespäne, Heede u. dergl. ohne unverbrennlichen Überzug von Lehm u. s. w. umhüllt werden. Die Öfen müssen auf Stein- oder Eisenplatten stehen und vor der Feuerung mit einem mindestens 46 cm vorstehenden Schutzblech mit mindestens 5 cm hohem Rande versehen sein.

2. Bei Schluss der Arbeit sind die Feuer in den Öfen und in denjenigen Feuerungsanlagen, deren dauernde Unterhaltung nicht notwendig ist, gänzlich abzulöschen.

3. An Heizungsmaterial darf nicht mehr als der Bedarf für einen Tag in den Fabrikräumen aufbewahrt werden. Steinkohlenvorräte dürfen nicht höher als 3 m aufgelagert werden.

4. Die Asche, respektive die Schlacken aus den Feuerungen sind in den betreffenden Lokalen selbst völlig abzulöschen und demnächst entweder mindestens 10 m von allen Gebäuden entfernt oder in besonderen, ausgemauerten, massiv überwölbten respektive mit Eisen oder Stein vollständig überdeckten Gruben zu lagern.

5. Die Beleuchtungsflammen müssen mindestens 50 cm von geschalten und Balkendecken und sonstigen verbrennlichen Gegenständen entfernt, auch müssen bei geringerer als 1,5 m Enfernung von der Decke Metallschirme (Rauchfänge) über den Flammen angebracht sein. Die Lampen müssen ausserdem mit Zylindern, Wandlampen auch mit metallenen Wandschirmen versehen sein. Das Aufhängen der Lampen mittels Schnüren und anderem leicht brennbaren Befestigungsmaterial ist nicht gestattet, auch müssen die Beleuchtungsapparate und Flammen so angebracht sein, dass sie beim Transport oder der Bearbeitung von Gegenständen mit letzteren nicht in Berührung

kommen können. Während des Brennens dürfen die Lampen nicht abgenommen noch umhergetragen werden. Das Putzen und Füllen der Lampen darf nur bei Tage und in einem von den Arbeitsräumen getrennten Raume stattfinden; eine Nachfüllung brennender Lampen ist nicht gestattet. Die Grösse der Ölbehälter der Lampen muss deshalb der täglichen Brennzeit entsprechen. Kerzenbeleuchtung darf nur in wohlverschlossenen Laternen stattfinden. An Beleuchtungsmaterial darf nicht mehr als der Bedarf eines Tages in die Arbeitsräume gebracht werden.

6. Die räume dürfen niemals mit offenem Licht betreten werden.

7. Bei Heizung und Beleuchtung der Fabrik u. s. w., insbesondere auch hinsichtlich der baulichen Beschaffenheit und feuersicheren Instandhaltung aller Feuerungsanlagen, sowie der Lagerung des Beleuchtungsmaterials sind die darüber ergangenen und noch ergehenden gesetzlichen und polizeilichen Vorschriften und sonst üblichen Vorsichtsmaassregeln zu beachten.

8. Eine Änderung in der Heizung, Beleuchtung, oder überhaupt im Betriebe der Fabrik, durch welche die Feuersgefahr erhöht werden könnte, darf ohne Genehmigung der $\frac{\text{Sozietät}}{\text{Anstalt}}$ nicht vorgenommen werden.

9. Entzündbare Gegenstände, sowie die Gerüste oder Leinen zum Trocknen müssen mindestens $^1/_2$ m von den Öfen, Heizungsröhren oder Öffnungen zum Ausströmen warmer Luft entfernt bleiben, auch müssen feuersichere Einrichtungen getroffen sein (Sturzbleche, Gitterwerk u. s. w.), welche das Herabfallen der Gegenstände auf die vorgedachten Heizvorrichtungen verhindern, falls solche über letzteren getrocknet werden.

10. Bezüglich der Aufstellung und des Betriebes der Dampfmaschinen und der Dampfkessel gelten die betreffenden gesetzlichen respektive polizeilichen Bestimmungen. Über oder neben den Dampfkesseln, sowie auf den Dampfröhren dürfen brennbare Gegenstände nicht getrocknet oder gelagert werden.

11. In den räumen darf nicht Tabak geraucht werden, und ist dies den Arbeitern durch ausdrückliches Verbot, dem Publikum durch Anschlag an den Eingängen der Fabrik bekannt zu machen.

12. Nicht zum Gewerbebetriebe gehörige feuergefährliche Gegenstände dürfen in den Fabrikräumen nicht lagern.

13. Abgänge entzündlicher Natur, namentlich Hobel- und Sägespäne und sonstige Holzabfälle, Papierabfälle, Abfälle der Faserstoffe u. dergl. sind jeden Abend, die Maschinen- und sonstigen Putzlappen nach jedesmaligem Gebrauch aus den Arbeitsräumen zu entfernen und, wenn sie nicht sofort verbrannt werden, sicher aufzubewahren.

14. Die Maschinen müssen regelmässig gereinigt und geschmiert werden. Die Heizröhren, Fussböden, Wände, Decken und der ganze Inhalt der Fabrikräume müssen oft und gründlich abgestaubt und gereinigt werden.

15. Innerhalb einer Stunde nach Schluss der Arbeit müssen die sämtlichen Fabrikräume durch den Betriebsdirigenten oder eine von ihm beauftragte zuverlässige Person kontrolliert werden.

Neben diesen allgemeinen Bedingungen enthält die Geschäftsanweisung der Rückversicherungsabteilung noch Zusatzbedingungen, die sich auf die Beleuchtung, Lagerung von Packmaterial, Bewachung und Löschwerkzeuge beziehen, sowie eine Reihe von besonderen Bedingungen für die Betriebe der einzelnen Industriegruppen. Diese besonderen Bedingungen enthalten diejenigen Sicherheitsmaassregeln gegen Feuers-

gefahr, welche für die einzelnen Gewerbebetriebe ihrer Natur nach besonders geboten erscheinen. Von einer Wiedergabe dieser umfangreichen Bedingungen muss an dieser Stelle Abstand genommen werden.

Eine letzte Gruppe von Vorschriften zur Verhütung von Feuersgefahr, welche ein allgemeines Interesse beanspruchen, bilden die einschlägigen Bestimmungen in den seitens der Berufsgenossenschaften (§ 9 des Unfallversicherungsgesetzes vom 6. Juli 1884) erlassenen Unfallverhütungsvorschriften. Im allgemeinen sind die Berufsgenossenschaften in diesen Vorschriften auf die wichtigen Angelegenheiten, welche den Schutz der Arbeiter bei Fabrikbränden und die Verhütung von Fabrikbränden betreffen, nicht in ausreichender Weise eingegangen, und die Vorschriften sind zum Teil ziemlich dürftig. Es mag dieses seine Erklärung durch den Umstand finden, dass jene Unfallverhütungsvorschriften erst in neuerer Zeit, d. i. in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrzehnts, also zu einer Zeit erlassen wurden, wo bereits überall Baupolizeiordnungen in Kraft getreten waren und wo ausserdem die Feuerversicherungsgesellschaften bereits längst die Praxis übten, in gewerblichen Betrieben besondere Anforderungen an die Feuersicherheit zu stellen. Die Berufsgenossenschaften waren hiernach der Aufgabe, Unfallverhütungsvorschriften in Bezug auf Feuersgefahr zu schaffen, zum grössten Teil überhoben. Auf S. 336 ff. der Jahresberichte der Königlich Preussischen Gewerberäte für 1889 ist eine Übersicht der in den verschiedenen Unfallverhütungsvorschriften enthaltenen Bestimmungen, betreffend den Schutz gegen Feuersgefahr, gegeben.[1])

[1]) Vergl. auch Platz, Die Unfallverhütungsvorschriften Bd. I, S. 20 und Bd. II S. 36. Berlin 1889.

IV. Abschnitt.

Heizung und Lüftung der Arbeitsräume.

Von Professor **K. Hartmann**,
Kaiserl. Regierungsrat und ständigem Mitglied des Reichs-Versicherungsamts.

In der Einleitung des ersten Abschnitts ist bereits betont worden, dass alle Arbeiter, ohne Berücksichtigung des speziellen Gewerbebetriebs, gemeinsam von gewissen Gefahren bedroht werden, welche lediglich aus ihrer Umgebung, d. h. von der Luft, der Beleuchtung und von der Temperatur des Arbeitsraumes herrühren.

Für die Erhaltung der zum normalen Lebensprozess notwendigen Eigenwärme des menschlichen Körpers sorgen verschiedene Vorrichtungen in demselben, die teils die Erzeugung der tierischen Wärme, teils die Abgabe derselben beeinflussen.[1]) Diese regulierenden Vorrichtungen reichen jedoch für den unbekleideten Körper nicht aus, um bei den verschiedenen klimatischen und Witterungsverhältnissen eine zu Gesundheitsstörungen führende Änderung der normalen Körperwärme zu verhindern; es müssen hierzu noch künstliche Mittel — Kleidung, Heizung oder Kühlung — zu Hilfe genommen werden.

Hohe Temperatur hindert die Entwärmung des Körpers, so dass eine Wärmestauung in demselben entsteht, die schliesslich zum Hitzschlag führen kann. Weniger bedenklich ist die unmittelbare Einwirkung niedriger Temperaturen, welche wohl eine starke Abkühlung des Körpers erzeugen, die aber meist infolge der Wärmeregulierung desselben ausgeglichen wird, wenn die Kälte nicht zu gross ist und durch genügende Bekleidung, ausgiebige Muskelbewegung und reichliche Nahrungsaufnahme die Wärmeerzeugung des Körpers verstärkt, die Wärmeabgabe vermindert wird. Sind diese Schutzmittel gegen zu starke Entwärmung

[1]) Vergl. Flügge, Grundriss der Hygiene. III. Auflage. Leipzig 1894.

des Körpers jedoch ungenügend, so entstehen Erkältungskrankheiten, und insbesondere treten dieselben leicht ein bei plötzlichen starken Schwankungen der Temperatur, wie solche beim Übertritt von überheizten Räumen ins Freie oder in ungeheizte Räume und umgekehrt auf den Körper wirken.

Eine zweckmässige Temperatur für die Arbeitsräume allgemein festzusetzen, ist nicht möglich, da je nach dem Alter, der Individualität, der Gewohnheit, der Arbeitsthätigkeit, dem Klima, der Luftbeschaffenheit, der Lage und Bauart des Raumes, der Luftbewegung in demselben die Arbeiter die verschiedensten Temperaturen für am zuträglichsten halten werden. Im allgemeinen wird eine zwischen 10 und 15° liegende Temperatur gewünscht, bei ruhiger Beschäftigungsweise jedoch eine höhere, etwa bis zu 20°. Dem nicht selten hervortretenden Begehren der Arbeiter nach noch höheren Temperaturen in geheizten Räumen sollte nicht entsprochen werden.

Die Notwendigkeit einer ausreichenden Lüftung der Arbeitsräume, der Luftbedarf derselben sind im I. und III. Abschnitt ausführlich besprochen. Die nachfolgenden Erörterungen haben sich daher auf die Besprechung der technischen Mittel, durch welche den hygienischen Anforderungen entsprechende Temperatur und Luftbeschaffenheit erzielt werden kann, zu beschränken.

A. Heizung.

a. Wärmebedarf der Arbeitsräume.

Der Wärmebedarf eines Arbeitsraumes hängt von der in demselben auftretenden Wärmeentwickelung und von seinem Wärmeverlust ab. Die Wärmeentwickelung entsteht durch den Lebensprozess der in dem Raume beschäftigten Personen, ferner gegebenenfalls durch die künstliche Beleuchtung und durch besondere Arbeitsprozesse. Im Mittel beträgt die stündliche Wärmeabgabe eines Erwachsenen 100 Wärmeeinheiten,[1] bei Kindern etwa die Hälfte; je niedriger die Temperatur der den Körper umspülenden Luft ist, desto grösser wird die Wärmeabgabe. Durch künstliche Beleuchtung werden nach Versuchen von Dr. Fischer und Peukert bei einer Lichtstärke von 100 Normalkerzen folgende Wärmemengen entwickelt:

[1]) Unter Wärmeeinheit ist diejenige Wärmemenge zu verstehen, welche nötig ist, um die Temperatur von 1 kg Wasser um 1° zu erhöhen.

Beleuchtungsart	Verbrannte Menge	Wärmeeinheiten
Elektrizität, Bogenlicht	—	57 bis 158
„ Glühlicht	—	153 bis 430
Leuchtgas, Siemens-Regenerativbrenner	0,35 bis 0,56 cbm	etwa 1500
„ Argandbrenner . . .	0,8 cbm (bis 2 cbm)	etwa 4860
„ Zweilochbrenner. . .	2 cbm (bis 8 cbm)	12150
Erdöl, grosser Rundbrenner . . .	0,80 kg	3360
„ kleiner Flachbrenner . . .	0,60 „	7200

Die in manchen Arbeitsräumen auftretende Wärmeentwickelung gewisser Arbeitsprozesse, von Feuerungsanlagen, von Maschinen, bei welchen Reibung entsteht, die eine Wärmeerzeugung hervorruft, führt gewöhnlich zu einer Wärmeabgabe an die Arbeitsräume, welche besonders in der heissen Jahreszeit recht unerwünscht ist und deren Beseitigung oder Minderung daher manchmal durch besondere Einrichtungen (vergl. S. 385) bewirkt wird. Ebenso ist die Wärmeabgabe von Dampfleitungen, Leitungen und Behältern heisser Flüssigkeiten oder Gase, von Rauchröhren u. s. w. oft lästig und wird daher durch Ummantelung solcher Gefässe und Leitungen mit schlechten Wärmeleitern häufig verhütet (vergl. S. 388).

Eine rechnungsmässige Ermittelung der Wärmemenge, welche im einzelnen Fall durch Einrichtungen vorgenannter Art an den Arbeitsraum abgegeben wird, kann in den seltensten Fällen stattfinden; jedoch wird gegebenenfalls bei der Berechnung der Heizungsanlage diese Wärmeabgabe zu beachten sein.

Der in einem Arbeitsraume stattfindenden Wärmeentwickelung steht gegenüber der Wärmeverlust desselben, welcher die Wärmemenge darstellt, die durch die Umschliessungswände des Raumes nach aussen oder nach benachbarten kälteren Räumen übertragen wird. Diese Wärmeüberführung hängt von der Form, Ausdehnung, Dicke und Zusammensetzung der Wände, sowie von dem Unterschiede der Temperaturen ab, die zu beiden Seiten der Wand bestehen.

Da die Heizungsanlage imstande sein muss, auch bei der kältesten Aussentemperatur im Raum noch eine erträgliche Temperatur zu erzeugen, so wird bei der Ermittelung des Wärmeverlustes die niedrigste Aussentemperatur, also etwa — 20°, und die niedrigste Temperatur der benachbarten Räume anzunehmen sein.

Die Temperatur der Arbeitsräume ist, wie schon erwähnt, gewöhnlich zwischen 12 und 18° zu nehmen, wobei zu beachten ist, dass bei ruhiger Arbeitsthätigkeit eine höhere Temperatur erwünscht ist als

bei einer Thätigkeit, bei welcher der Körper sich lebhafter bewegt. Für Treppenhäuser, Flure, Gänge können etwas geringere Temperaturen für die Berechnung der Heizungsanlage angenommen werden; solche Räume nicht zu heizen, wie es gewöhnlich geschieht, ist nur dann zulässig, wenn die Arbeiter nicht genötigt sind, in erhitztem Zustande, wie er infolge der Arbeitsthätigkeit entsteht, vielleicht auch noch in der leichteren Arbeitskleidung, durch diese Räume zu gehen. Auch ist zu beachten, dass bei ungeheizten Vorräumen leicht ein gesundheitsschädlicher kalter Luftzug entsteht.

Es würde den Rahmen dieser Abhandlung weit überschreiten, wollten wir hier eine genaue Angabe der Rechnungsweise geben, mittels deren der Wärmeverlust eines geheizten Raumes ermittelt wird. Die nachstehend angegebenen neueren Werke enthalten eine ausführliche Mitteilung dieser Berechnungsverfahren:

Handbuch der Architektur, III. Teil, 4. Band: Heizung und Lüftung der Räume, von Hermann Fischer, Professor an der technischen Hochschule in Hannover. 1890.

Baukunde des Architekten, I. Band, 2. Teil: Heizung und Lüftung der Gebäude, vom Verfasser dieses Berichts. Berlin 1891.

H. Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen. 2. Auflage. Berlin 1894.

Das letztgenannte Werk enthält auch einen Erlass des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 15. April 1893, betreffend Vorschriften zur Herstellung und Unterhaltung von Zentralheizungs- und Lüftungsanlagen in den unter Staatsverwaltung stehenden Gebäuden Preussens. Diese Anweisung ist an Stelle einer ähnlichen getreten, welche am 7. Mai 1884 erlassen worden war, und ist im Zentralblatt der Bauverwaltung 1893, No. 17a, S. 177, veröffentlicht sowie als Sonderabdruck im Verlage von Ernst & Korn in Berlin erschienen.

Ausser den Wärmeverlusten durch die Wärmeübertragung der Wände kommt für die Berechnung des Wärmebedarfs eines Raumes auch diejenige Wärmemenge in Frage, welche durch die infolge natürlicher oder künstlicher Lüftung entweichende Luftmenge nach aussen abgeführt wird. Diese Wärmemenge, in Wärmeeinheiten ausgedrückt, beträgt stündlich $0{,}24\ L\ (t_i - t_e)$, wenn L die stündlich mit der Temperatur t_e eintretende und mit der Temperatur t_i abziehende Luftmenge in Kilogramm bedeutet. Ist nur natürliche Lüftung vorhanden, so wird diese verloren gehende Wärmemenge für die Berechnung des Wärmebedarfs gewöhnlich nicht berücksichtigt; ist jedoch eine starke künstliche Lüftung angeordnet, so ist diese verloren gehende Wärmemenge ziemlich erheblich und muss daher auch in die Rechnung eingeführt werden.

Der Wärmebedarf eines Arbeitsraumes ergiebt sich demnach als

Differenz des gesamten Wärmeverlustes und der im Raum sich entwickelnden oder durch besondere Betriebseinrichtungen abgegebenen Wärmemenge. Die Heizungsanlage ist dann derart zu berechnen, dass sie diese Differenz zu decken vermag. Da aber Wärmeverlust und Wärmeentwickelung nur für den Beharrungszustand ermittelt werden und dabei auch eine stetig gleichmässige Heizung angenommen ist, so ist ein gewisser Zuschlag zu dem berechneten Wärmebedarf zu geben, damit die Heizungsanlage auch imstande ist, den kalten Raum in verhältnismässig kurzer Zeit anzuheizen. Dieser Zuschlag wird zwischen 10 und 50 % des ermittelten Wärmebedarfs genommen, je nachdem der zu heizende Raum mehr oder weniger benutzt und dann entsprechend erwärmt wird und eine mehr oder weniger geschützte Lage hat.

b. Arten der Heizungseinrichtungen.

Die Erwärmung der Arbeitsräume erfolgt entweder durch einen oder durch mehrere im Raum aufgestellte Öfen, in welchen unmittelbar durch Verbrennung von Brennmaterial Wärme erzeugt wird, oder durch erhitzte Luft, oder durch Röhren und Heizkörper anderer Form, welche von Dampf oder erhitztem Wasser durchflossen werden. Die erstere Anordnung wird als Einzel- oder Lokalheizung, die anderen Heizarten werden, wenn für mehrere Räume eine gemeinschaftliche Feuerstelle eingerichtet wird, als Sammel- oder Zentralheizung bezeichnet.

Eine besondere Art bildet die Kanalheizung, bei welcher die Rauchgase einer Feuerungsanlage durch im Fussboden angebrachte Kanäle oder Röhren geleitet werden und Wärme an den Raum abgeben; von dieser Heizungsart wird für Arbeitsräume selten Gebrauch gemacht, sie eignet sich nur für ebenerdige Räume mit feuersicherem Fussboden und zeigt die Übelstände, dass die langen Rauchwege schwer dicht zu halten sind und infolge des Abnehmens der Temperatur der Rauchgase vom Ofen bis zum Schornstein eine ungleiche Wärmeabgabe haben. Jedoch ist diese Heizungsart einfach und insbesondere dann billig, wenn die Rauchgase von Feuerungsanlagen benutzt werden können, die ohnehin für andere Zwecke vorhanden sind; es ist dann jedoch zu beachten, dass bei der Führung der Rauchgase durch lange Kanäle oder Röhren ein Leitungswiderstand entsteht, der den Zug der Feuerungsanlage sehr ungünstig beeinflussen kann. Um diesen Widerstand möglichst gering zu erhalten, ist die Rauchleitung in möglichst gerader Richtung von der Feuerungsstelle durch den zu heizenden Raum bis zum Schornstein anzuordnen, auch wird die Rauchbewegung durch eine ansteigende Verlegung der Rauchleitung, etwa 1 : 100 bis 1 : 50, erleichtert. Werden zur Rauchleitung Röhren verwendet, so sind diese in gemauerten, mit Gitter-

platten abgedeckten Kanälen auf kleine Pfeiler und Rollen zu legen, so dass sie sich bei ihrer Ausdehnung ungehindert bewegen können; meist werden gusseiserne und zur Vergrösserung der Heizfläche gerippte Röhren von rundem oder ovalem Querschnitt benutzt. Für eine mindestens jährlich einmal stattfindende Reinigung von Russ ist, nötigenfalls durch Reinigungsdeckel, Vorsorge zu treffen; auch eine äussere Reinigung der Heizröhren ist in denselben Zeiträumen vorzunehmen, wozu die Abdeckplatten der Kanäle abhebbar eingerichtet sein können. Eine Vergrösserung der Heizwirkung lässt sich bei der Kanalheizung dadurch erzielen, dass von mehreren Stellen des Fussbodens schräg fallende Kanäle oder Schächte nach dem Heizkanal geführt werden, welche die Raumluft zu den Heizflächen leiten; die erwärmte Luft tritt durch die Gitterplatten in den Raum zurück. Soll dem Arbeitsraum frische erwärmte Luft zugeführt werden, so würden Kanäle anzulegen sein, welche die von aussen entnommene frische Luft den Heizflächen zuführen.

Die Einzel- oder Lokalheizung erfolgt durch Öfen der verschiedensten Konstruktion. Für Arbeitsräume sind zweckmässig nur solche Formen zu verwenden, welche einfach in Bauart und Bedienung sind und eine möglichst gleichmässige Erwärmung des Raumes ergeben; auch wird geringer Anschaffungspreis und die Art des Brennmaterials gewöhnlich ausschlaggebend sein.

Die Verwendung von Kaminen mit offener Feuerstelle oder von Kaminöfen kommt für Arbeitsräume aus den angegebenen Gründen kaum in Frage.

Öfen mit langsamer und nachhaltiger Erwärmung werden selten angewendet, da das Anheizen längere Zeit, oft mehrere Stunden erfordert; sie werden aus Thon hergestellt. Einige der zahlreichen Formen, in denen diese Kachelöfen in den Handel kommen, sind mit besonderen Luftkanälen versehen, durch welche die Raumluft oder frische Aussenluft zu ihrer Erwärmung geleitet wird. Der Vorzug, dass die Thonmasse des Ofens eine grössere Wärmemenge aufzuspeichern vermag und dann nach Aufhören des Feuerns noch längere Zeit Wärme abgeben kann, hat für Arbeitsräume, die nur während des Tages benutzt werden, geringe Bedeutung. Die Feuerungsanlage der Kachelöfen kann für jedes beliebige feste Brennmaterial eingerichtet werden.

Am meisten werden für Arbeitsräume Öfen mit schneller Erwärmung der Räume benutzt. Diese Öfen werden ganz aus Gusseissen hergestellt, wenn eine Wärmeaufspeicherung nicht beabsichtigt ist. Soll diese aber bewirkt werden, so dass der Ofen wie der Kachelofen längere Zeit nachheizt, so wird nur der Feuerkasten oder ausser diesem auch

ein Teil der Feuerzüge aus Eisen, der übrige Teil des Ofens aber aus Thon hergestellt. Je grösser die Thonmasse, desto grösser ist die Wärmeaufspeicherung, desto länger aber dauert das Anheizen. Die Formen, in denen diese Öfen zur Anwendung gelangen, sind sehr zahlreich; das Brennmaterial wird entweder auf einem Planrost verbrannt, wobei dann eine häufige Beschickung notwendig ist, oder es wird bei Kohlen- oder Koksfeuerung eine grössere Menge von Brennmaterial in den Feuerraum, der vielfach als gusseiserner mit Chamotte ausgekleideter Topf gebildet ist, geworfen.

Fig. 119 u. 120.

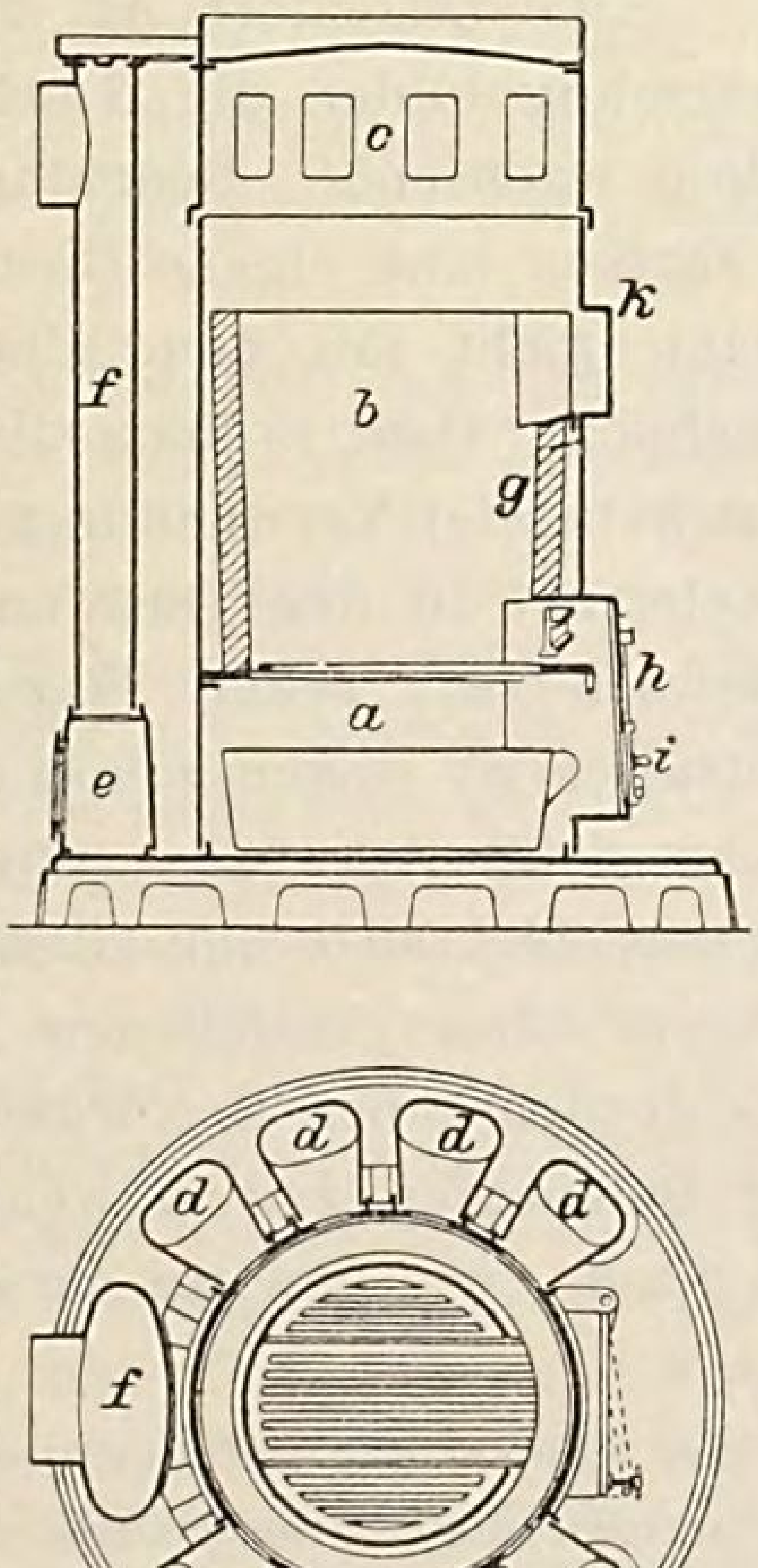
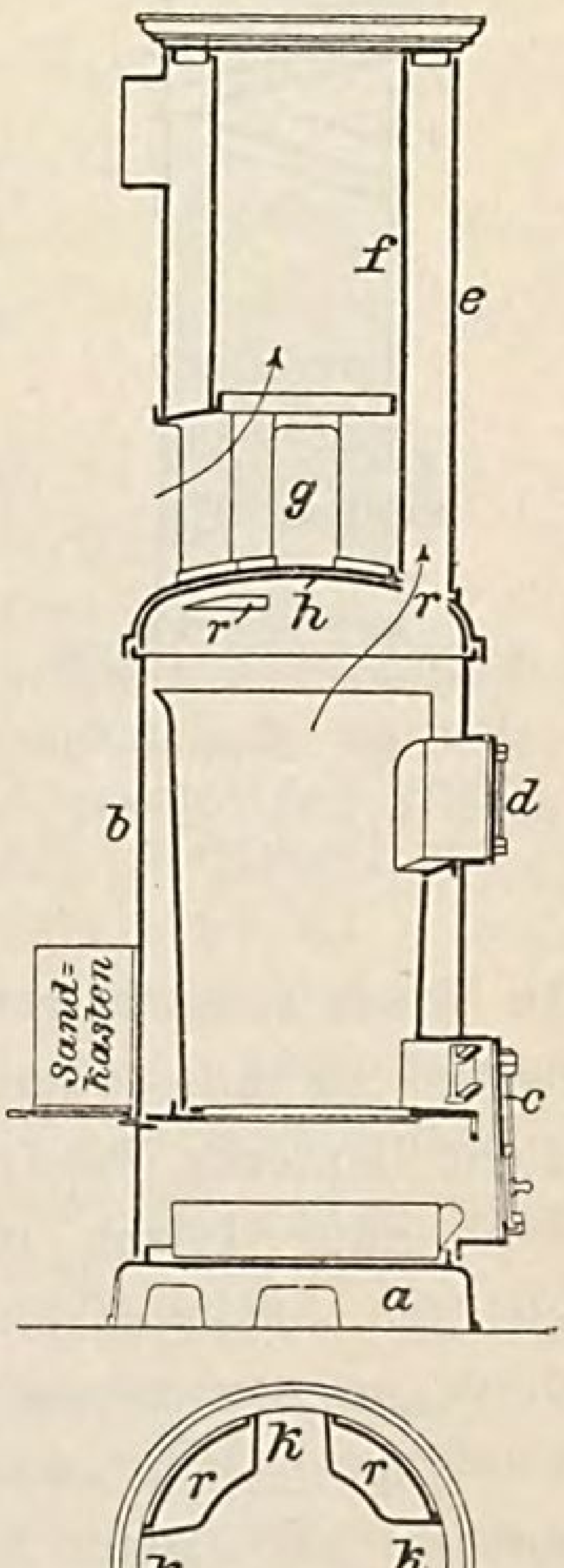


Fig. 121 u. 122.

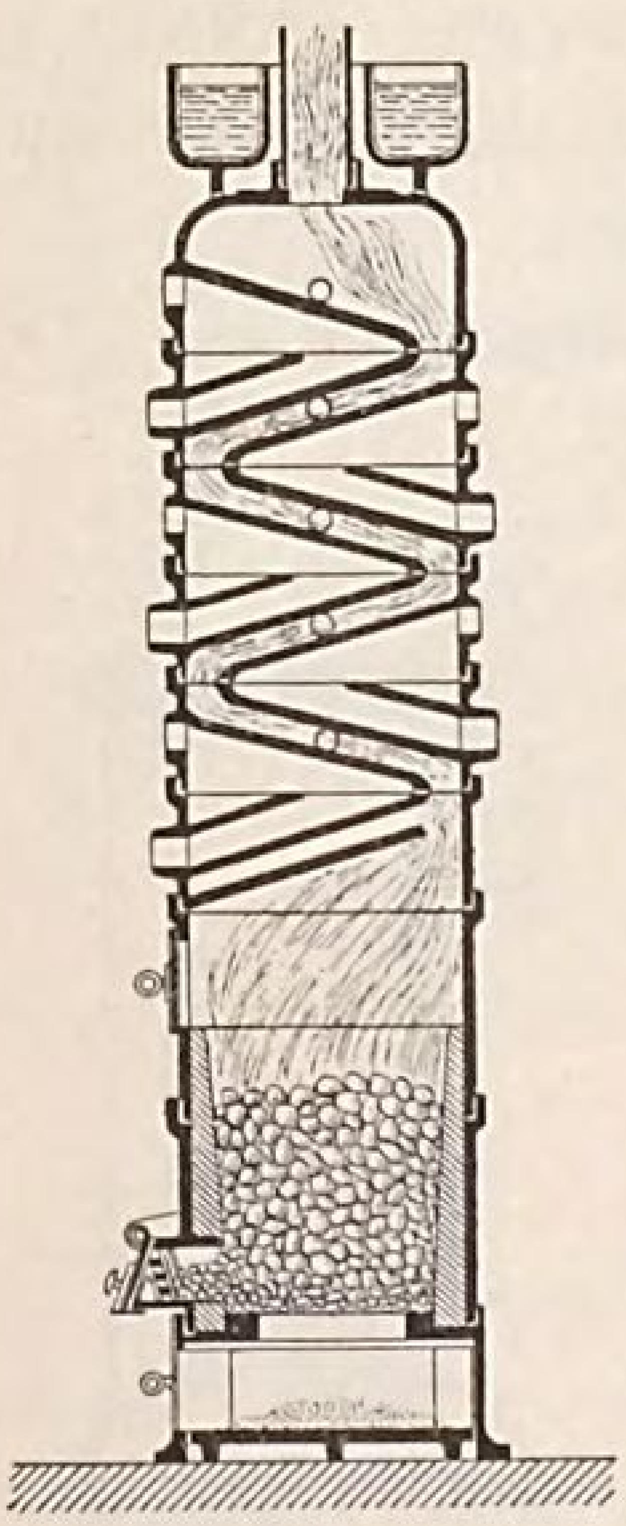


Werkstattöfen des Eisenwerks Kaiserslautern.

Als Beispiele dieser Bauart seien die vom Eisenwerk Kaiserslautern hergestellten sogenannten Werkstattöfen näher beschrieben. Die beiden Formen derselben sind durch die Fig. 119 bis 122 verdeutlicht. Der Ofen Fig. 119 u. 120 kennzeichnet sich insbesondere dadurch, dass er auch gegen die unteren Schichten des Arbeitsraumes genügende Wärme abgiebt; er ist hierzu niedrig gehalten und besteht aus dem Sockel a, dem aus Gusseisen hergestellten Feuertopf b, in welchen durch die Thür k das Brennmaterial gebracht wird, dem Aufsatz c und einem an diesen sich anschliessenden Rohrsystem d, durch welches die Rauchgase nach einem Sammelkanal e strömen, der durch das Rohr f mit dem Rauchabzug in Verbindung steht. Das Anschüren erfolgt, indem durch die Thür k Holz und Kohlen auf den Rost gelegt und diese nach Öffnen der Thür h entzündet werden; nachdem die Kohlen gut brennen, wird die Thür h geschlossen und nur zur Regulierung des Feuers mittels einer Stellschraube etwas geöffnet; zu diesem Zweck ist auch noch ein verstellbarer Schieber i vorhanden. Die Reinigung der Feuerzüge d und f erfolgt mittels einer Bürste nach Abnahme der Deckel; der im Kanal e sich sammelnde Russ wird durch seitlich angebrachte Thüren entfernt. — Beim Ofen Fig. 121 und 122 liegen die Feuerzüge über dem Feuerherd b, der wieder mit einer Füllthür d und einer Regulierungsthür c versehen ist; die Rauchgase ziehen durch die Ausschnitte r in dem mit einer Schutzplatte h zum

Schutz gegen die Einwirkung der Stichflamme versehenen Boden des Kastens g in den ringförmigen Raum e und entweichen dann nach dem Rauchabzug. Die Luft strömt durch die Öffnungen k in das Rohr e, erwärmt sich und fliesst oben ab in den zu heizenden Raum. Wird der Ofen zur Heizung eines Lokomotivschuppens verwendet, so wird er häufig mit einem Sandkasten zum Brennen und Trocknen des zum Streuen verwendeten Sandes versehen, wie in der Figur angedeutet ist.

Fig. 123.



Ofen der Maschinenfabrik Hohenzollern in Düsseldorf.

Ein charakteristisches Beispiel derjenigen Ofenformen, bei welchen durch besondere Gestaltung der Feuerzüge die Raumluft veranlasst wird, von allen Seiten an die Heizflächen zu treten und erwärmt nach allen Seiten hin wieder abzufliessen, bietet der in Fig. 123 angedeutete sogenannte Hohenzollernofen, welcher von der Maschinenfabrik Hohenzollern in Düsseldorf gebaut wird.

Eine besondere Art der Öfen mit schneller Erwärmung bilden die Gasöfen, die in neuerer Zeit eine wachsende Bedeutung gewinnen, da viele Fabriken eine eigene Gasherstellung einrichten und dann nicht mit den hohen Kosten des Gases zu rechnen haben, welche die städtischen Gasanstalten auch bei der Verwendung des Gases zum Heizen berechnen. In den Gasöfen kommt Leuchtgas oder Dowson-Gas, selten Wassergas zur Verbrennung; letzteres ist wegen seines hohen Kohlenoxydgehaltes sehr gefährlich, was umsomehr ins Gewicht fällt, da diese Gasart geruchlos ist, also ein Ausströmen aus einer schadhaften Leitung oder einem offen gebliebenen Hahn durch den Geruch nicht bemerkt wird; es werden daher in Nordamerika, wo das Wassergas auch zum Heizen und Beleuchten zur Anwendung kommt, demselben vielfach starkriechende Stoffe, wie gewisse Zersetzungsprodukte schwerer Petroleumöle, zugesetzt.

Die Gasöfen werden mit offenem und mit geschlossenem Verbrennungsraum ausgeführt; bei ersterer Art werden die Wärmestrahlen durch eine blanke Metallplatte in den zu heizenden Raum geworfen; die bekannteste Form dieser Öfen ist von Wybauw angegeben und wird von der Firma J. G. Houben Sohn Carl in Aachen geliefert, ähnliche Konstruktion zeigen die von der Deutschen Continental-Gasgesellschaft in Dessau gebauten Gaskaminöfen. Die Öfen mit geschlossenem Verbrennungsraum heizen weniger mit strahlender Wärme als die vorerwähnten Formen, sondern es wird die Raumluft an den Ofenteilen vorbeigeleitet, durch welche die Verbrennungsgase nach dem Abzug ziehen. Bekanntere Bauarten sind der von Robert Kutscher in Leipzig angegebene Ofen, der Karlsruher Schulofen, welchen die Warsteiner Hütte herstellt, und der vom Eisenwerk Kaiserslautern gebaute Ugé'sche Ofen, welcher mit Wärmespeichern versehen ist, um auch nach dem Auslöschen der Flammen noch eine Wärmeabgabe zu erhalten.

Es werden auch Gasöfen in den Handel gebracht, bei denen ein

Abzug der Verbrennungsgase nicht vorhanden ist; solche Öfen sollten höchstens für Lagerräume u. dergl. Verwendung finden, für welche die durch das Eintreten der Verbrennungsgase in den Raum entstehende Verschlechterung der Luft desselben ohne Belang ist und durch die natürliche Lüftung wieder genügend aufgehoben wird; für stärker besetzte Arbeitsräume sollten Öfen ohne Abzug unter keinen Umständen angewendet werden.

Die Öfen für ununterbrochenen Betrieb kennzeichnen sich dadurch, dass das Feuer lange Zeit, oft während des ganzen Winters, ohne Unterbrechung unterhalten wird; hierzu ist notwendig, dass der Ofen eine grössere Menge von Brennmaterial aufzunehmen vermag, die allmählich und nach Bedarf zur Verbrennung gelangt; das Nachfüllen des Brennmaterials braucht nur selten, bei manchen Ofenformen täglich nur einmal zu erfolgen, und die Bedienung des Ofens beschränkt sich dann auf die Regulierung der Verbrennung entsprechend der gewünschten Wärmeabgabe.

Die zahlreichen Formen dieser Füllöfen sind entweder so gestaltet, dass das Brennmaterial, als welches gewöhnlich Kohlen oder Koks benutzt werden, in den Feuerraum selbst geschüttet wird, wie das bei den bereits erwähnten Öfen Fig. 119 bis 123 erfolgt, oder es ist ein besonderer Füllschacht vorhanden, aus welchem das Brennmaterial allmählich in den Feuerherd rutscht; im ersteren Fall muss der Feuerraum, im anderen Fall der Füllschacht eine für die Aufnahme einer grösseren Menge Kohlen u. s. w. genügende Grösse haben. Zu beachten ist, dass bei denjenigen Füllöfen, in welchen die im Feuerherd liegende Brennmaterialschicht hoch ist, wie z. B. bei den sogenannten amerikanischen Öfen, nur grossstückiges, gasarmes Brennmaterial, wie Anthrazit, magere Nusskohle, schlackenarmer Koks verbrannt werden kann, da sonst die Schicht zusammenbäckt und durch den Rost keine Luft mehr zutreten lässt. Für Arbeitsräume eignen sich die einfacheren Formen der Füllöfen, wie sie von verschiedenen Firmen, z. B. Eisenwerk Kaiserslautern, Käuffer & Co. in Mainz, Königl. Württembergisches Hüttenwerk Wasseralfingen, Eisenwerk Lauchhammer, H. Kori in Berlin, Emil Wille & Co. in Berlin geliefert werden. Während der Zeit, in welcher nicht gearbeitet wird, kann durch fast völliges Abschliessen des Zutritts von Luft zum Feuerraum die Verbrennung nahezu aufgehoben werden, so dass der Brennmaterialverbrauch entsprechend gering ist; kurz vor dem Beginn der Arbeitszeit lässt sich, ohne dass ein erneutes Feuermachen nötig ist, durch entsprechende Verstellung der Regulierungsvorrichtungen die Verbrennung steigern, so dass in kurzer Zeit die erforderliche Erwärmung des Raumes eintritt.

Bezüglich der Einzelheizung ist noch zu erwähnen, dass häufig und mit Vorteil der eiserne Ofen mit einem Mantel versehen wird, welcher einerseits die Aufgabe hat, an Stelle der sonst verwendeten Blechschirme die lästige Wärmestrahlung der stark erhitzten Heizflächen zu beseitigen, und gleichzeitig dazu dient, Raumluft an den Ofenheizflächen vorbeizuleiten und dadurch eine gleichmässigere Erwärmung des Raumes zu erhalten, indem die am Fussboden lagernden kälteren Luftschichten ver-

anlasst werden, am Ofen emporzusteigen. Um mit der Heizung auch eine Lüftung des Arbeitsraumes zu erzielen, wird durch die Ummantelung auch frische, von aussen durch einen besonderen Kanal zugeführte Luft geleitet. Bei diesen Anordnungen ist darauf zu achten, dass der Mantel weit genug vom Ofen absteht, damit die durchstreichende Luft nicht zu heiss wird, und eine zeitweise Reinigung der Mantel- und Ofenfläche von sich etwa absetzendem Staub bequem stattfinden kann. Soll rasch und nur auf kurze Zeit geheizt werden, so empfehlen sich Mantelöfen nicht. Um für das Anheizen die strahlende Wärme auszunutzen, werden die Mäntel mit Thüren versehen; auch ist es bei Öfen, welchen frische Aussenluft zugeführt wird, zweckmässig, behufs schnelleren Anheizens durch eine Stellvorrichtung zu ermöglichen, dass zuerst die Raumluft und dann später frische Luft durch die Ummantelung geleitet werden kann. Die Entfernung der verdorbenen Raumluft kann ebenfalls durch Zuhilfenahme der Ofenwärme bewirkt werden, was jedoch selten geschieht (vergl. S. 358).

Manchmal werden auch zwei oder mehrere Arbeits- und Geschäftsräume durch einen einzigen Ofen geheizt, indem dieser an den einen Raum Wärme unmittelbar abgiebt und die anderen mit erwärmter Luft versorgt; doch ist diese Anordnung im allgemeinen nicht zu empfehlen, da der Ofen für die Erzielung genügender Erwärmung der Räume sehr gross wird und bei Nichtbenutzung einzelner Räume die Regulierung der Wärmeentwickelung nur auf Kosten der Ausnutzung des Brennstoffs möglich ist.

Zu erwähnen ist noch, dass die Öfen manchmal auch zur Erwärmung oder zum Warmhalten von Speisen, welche die Arbeiter mitbringen, ferner zum Erwärmen oder Kochen von Materialien, die im Betriebe gebraucht werden, dienen sollen und dann entsprechend mit Wärmeröhren oder besonderen Aufsätzen versehen werden.

Die Sammel- oder Zentralheizung benutzt als wärmetragende Mittel entweder warme Luft oder heisses Wasser oder Dampf. Warme Luft wird durch Kanäle unmittelbar den zu heizenden Räumen zugeleitet; diese Heizungsart heisst Feuerluftheizung oder kurzweg Luftheizung, wenn die Luft in einem Ofen durch Feuer erhitzt wird, oder Wasserluftheizung oder Dampfluftheizung, wenn die Erwärmung der Luft durch heisses Wasser bezw. Dampf erfolgt. Als Wasser- bezw. Dampfheizung werden diejenigen Heizungsarten bezeichnet, bei welchen heisses Wasser oder Dampf nach Heizkörpern geleitet wird, die in den Arbeitsräumen angebracht sind. Ausser diesen Heizungssystemen wird für Arbeitsräume noch die Dampfwasser-

heizung in Anwendung gebracht, bei welcher die Räume durch Wasserheizkörper erwärmt werden, deren Wasserinhalt durch Dampf erhitzt wird.

Bei den drei Arten der Luftheizung kann die zu erwärmende Luft aus den Räumen selbst entnommen werden, so dass eine Heizung mit Luftumlauf (Zirkulationsheizung) entsteht, oder es wird frische Aussenluft erwärmt und den Arbeitsräumen zugeführt, so dass eine Heizung mit Lufterneuerung (Ventilationsheizung) erzeugt wird. Letztere Heizungsart ist im Betrieb natürlich kostspieliger als erstere, da zur Erwärmung der frischen kalten Aussenluft auf die zur Heizung der Räume notwendige Temperatur eine erheblich grössere Wärmemenge notwendig ist als zur Erwärmung der in den Räumen abgekühlten Luft, und wird daher viel seltener ausgeführt als die Heizung mit Luftumlauf, jedoch geschieht dies dann auf Kosten der Luftbeschaffenheit, da bei der fortwährenden Wiederverwendung der Raumluft diese selbst immer unreiner wird. Es sollte daher die Heizung mit Luftumlauf nur für solche Arbeitsräume ausgeführt werden, in welchen sich im Verhältnis zu ihrer Grösse nur wenige Arbeiter aufhalten und besondere Luftverunreinigungen nicht auftreten, so dass die natürliche Lüftung (vergl. S. 339) eine unzulässige Verschlechterung der Raumluft zu verhindern vermag. Für stark besetzte Arbeitsräume oder solche, in denen durch die künstliche Beleuchtung oder besondere Arbeitsvorgänge die Luft sehr verunreinigt wird, sollte nur oder wenigstens teilweise frische Luft zur Heizung verwendet werden; höchstens zum rascheren Anheizen ist Luftumlauf zulässig, es ist dann aber unter Umständen bedenklich, die frische Heizluft durch dieselben Kanäle nach den Räumen zu führen, durch welche die erwärmte Raumluft denselben wieder zugeleitet wird, da diese die Kanäle gegebenenfalls verunreinigt haben kann. Es kann daher in diesem Fall und auch dann, wenn überhaupt nur mit Luftumlauf geheizt wird, eine Reinigung der aus den Räumen entnommenen Luft notwendig werden, wozu sich Filter verwenden lassen (vergl. S. 369).

Die Feuerluftheizung, bei welcher die Luft in einer Heizkammer erwärmt wird, in der ein mit Feuerungsanlage versehener Ofen angebracht ist, findet für Arbeitsräume nur selten Anwendung, da in grösseren gewerblichen Betrieben, für welche eine Zentralheizung eingerichtet werden soll, gewöhnlich Dampf oder heisses Wasser zur Erwärmung der Luft zur Verfügung steht. Auch besteht gegen die Feuerluftheizung das Vorurteil, dass die Luft zu trocken und in der Heizkammer verunreinigt wird. Diese Meinung ist allerdings bei schlechter Ausführung und Verwendung unzweckmässig gebauter Luftheizungsöfen (Kaloriferen) gerechtfertigt. Ein

guter Ofen, deren es zahlreiche Formen giebt, muss folgende Bedingungen erfüllen: möglichst vollkommene und rauchfreie Verbrennung und gute Ausnutzung der Rauchgase; die Heizflächen dürfen nicht glühend werden; der Abschluss der Ofenwandungen gegen die Heizkammer muss dicht und dauerhaft sein, damit nicht Rauch austreten kann; die einzelnen Teile müssen sich bei der Erhitzung ungehindert ausdehnen können; die Reinigung der Rauchzüge muss von und nach einem Raume ausserhalb der Heizkammer möglich sein; die Heizflächen müssen möglichst so geformt sein, dass sich Staub auf ihnen schwer ablagern kann und ihre Reinigung leicht ausführbar ist. Ferner ist zu fordern, dass die Heizkammer geräumig genug ist, um sie behufs Reinigung des Ofens und ihrer Flächen und behufs Ausbesserung etwa undicht gewordener Fugen des Ofens betreten zu können. Auch die Luftkanäle müssen eine bequeme Reinigung gestatten, die mindestens jährlich in gründlicher Weise vorzunehmen ist. Eine zu grosse Trockenheit der Luft kann durch Befeuchtung derselben (vergl. S. 373) vermieden werden. Ist die von aussen entnommene Luft unrein, so ist ihre Reinigung vor der Erwärmung geboten (vergl. S. 369).

Die Wasserluftheizung und die Dampfluftheizung finden, wie schon erwähnt, häufiger Verwendung. Die von aussen oder von den Räumen entnommene Luft wird an Heizröhren oder Heizkörpern vorbeigeführt, durch welche heisses Wasser oder Dampf fliesst, oder es wird die Wärmeabgabe dieser Heizmittel an die Luft durch unmittelbare Berührung vermittelt. Letzteres ist z. B. der Fall bei den später (vergl. S. 361) zu beschreibenden Heizungsanlagen der Webereien in Arlen und Volkertshausen und der Augsburger Kammgarnspinnerei.

Zur Erwärmung der Luft wird bei diesen und zahlreichen ähnlichen Anlagen das zur Verdichtung des Dampfes bei Kondensations-Dampfmaschinen benutzte Wasser, welches infolge Aufnahme der Dampfwärme erhitzt ist, verwendet, so dass besondere Kosten zur Erzeugung des Heizwassers nicht entstehen, wenn die Menge und Temperatur dieses Kondensationswassers ausreicht. Dasselbe wird auch derart zur Lufterwärmung ausgenutzt, dass es durch Heizröhren geleitet wird, welche von der zu erwärmenden Luft umspült werden; solche Anlagen werden jedoch selten ausgeführt, da häufig auch eine Befeuchtung der Luft zu bewirken ist, die durch die erstgenannte Verwendungsart des Wassers gleichzeitig mit der Erwärmung entsteht.

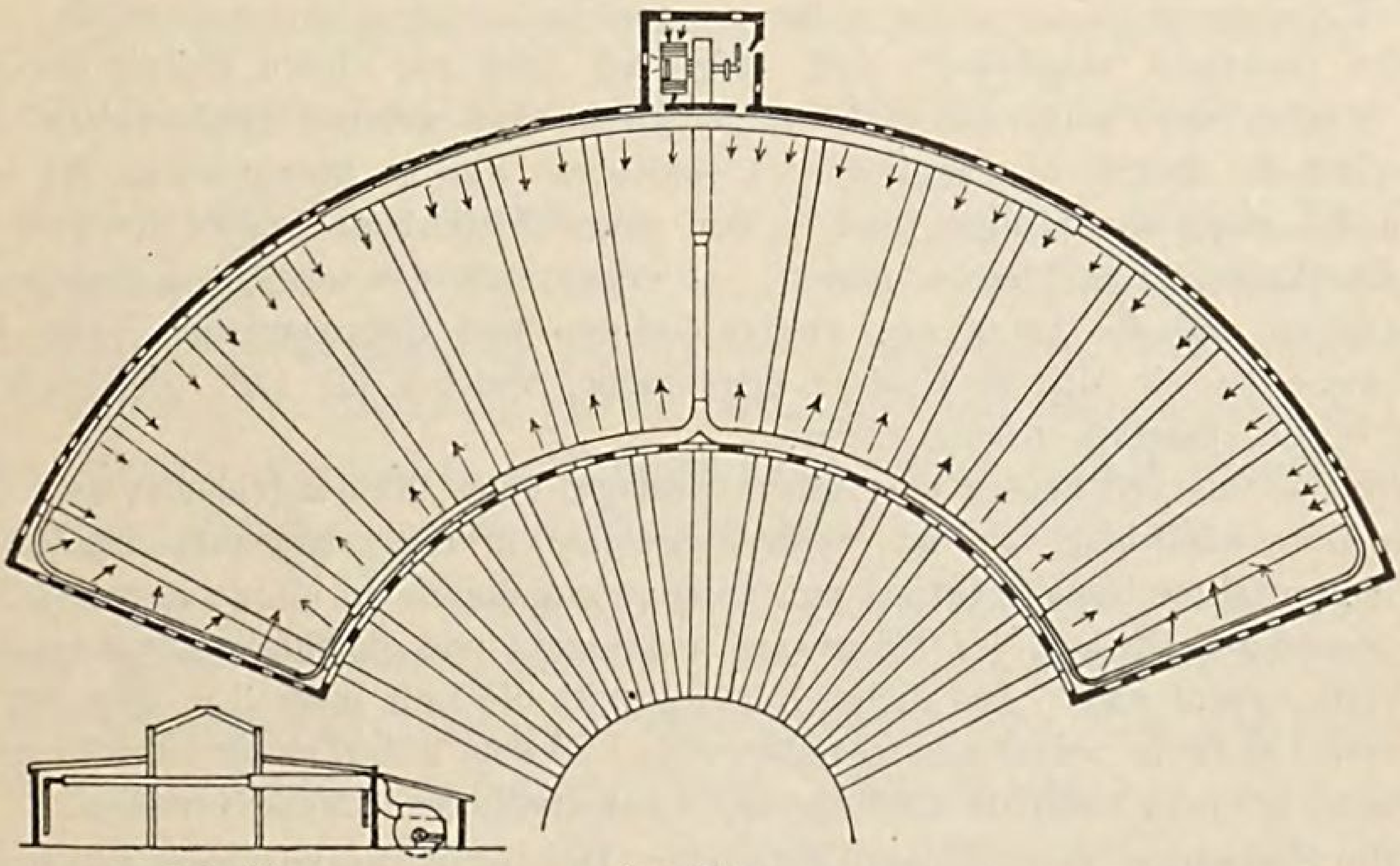
Die Erwärmung der Luft durch Dampfzuführung zu derselben findet selten und nur dann statt, wenn gleichzeitig die Luft befeuchtet werden soll; dagegen wird die mittelbare Erwärmung durch Dampfheizröhren häufig ausgeführt. Ein Beispiel dafür bietet die später zu beschreibende

Heizungsanlage der Filiale Zeil der Baumwoll-Spinnerei und Weberei in Bamberg (vergl. S. 380).

Besonders beachtenswert sind die Anlagen, welche die B. F. Sturtevant Co. in Boston, Massachusetts in Nordamerika, ausführt und welche seit kurzer Zeit durch Jakob Geub in Berlin auch in Deutschland eingerichtet werden.

Das Eigentümliche dieser Heizungsart besteht darin, dass durch Radgebläse (vergl. S. 348) die von aussen entnommene Luft durch mit zahlreichen Dampfheizröhren versehene Kästen mit grosser Geschwindigkeit gesaugt oder geblasen wird, wobei sich die Luft auf 40—50° erhitzt; unter dem Druck des Gebläses strömt die Luft durch verzinkte Eisenblechröhren oder in den Gebäudewänden angebrachte Kanäle nach den zu heizenden Räumen und tritt in diese über Kopfhöhe an zahlreichen Stellen aus. Für die Abführung der verunreinigten Raumluft werden gewöhnlich besondere Einrichtungen nicht angeordnet, da diese Abluft ohnehin durch die Gebäudewandungen, Undichtheiten und dergl. entweicht. Die Dampfröhren werden mit Kesseldampf, dessen Spannung durch ein Druckminderungsventil verkleinert wird, oder mit Maschinenabdampf gespeist. Besondere Sorgfalt wird auf die Bauart und Ausführung der Radgebläse, Heizröhren, Blechröhren für die Luftleitung, auf die Verminderung der Luftbewegungswiderstände durch Anwendung von Rohr- und Kanalquerschnitten, welche durchgängig gleiche Luftgeschwindigkeit ergeben, ferner von zweckmässigen Übergangsformen in diesen Leitungen verwendet, so dass möglichst geringe Betriebskraft für die Gebläse und Heizflächen für die Erwärmung der Luft notwendig werden. Fig. 124 und 125 veranschaulichen die Heizungsanlage für eine Wagenreparaturwerkstätte, wobei ein durch eine

Fig. 124 u. 125.



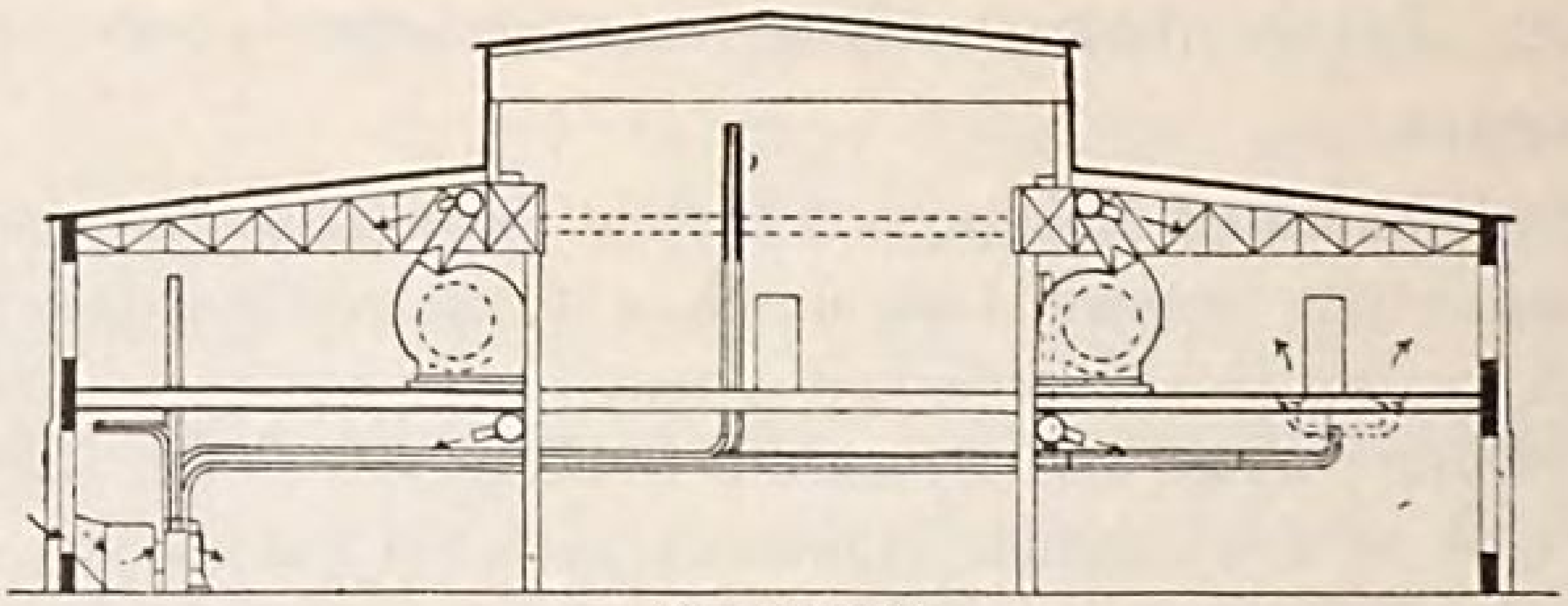
Schnitt. Grundriss.

Heizungs- und Lüftungsanlage einer Güterwagen-, Montierungs- und Reparaturwerkstätte nach dem Sturtevant-System.

Dampfmaschine unmittelbar angetriebenes Schleudergebläse die erwärmte Luft in eine aus verzinkten Blechröhren hergestellte Ringleitung presst, aus welcher die Luft durch zahlreiche abwärts führende lotrechte Röhren über Kopfhöhe austritt.

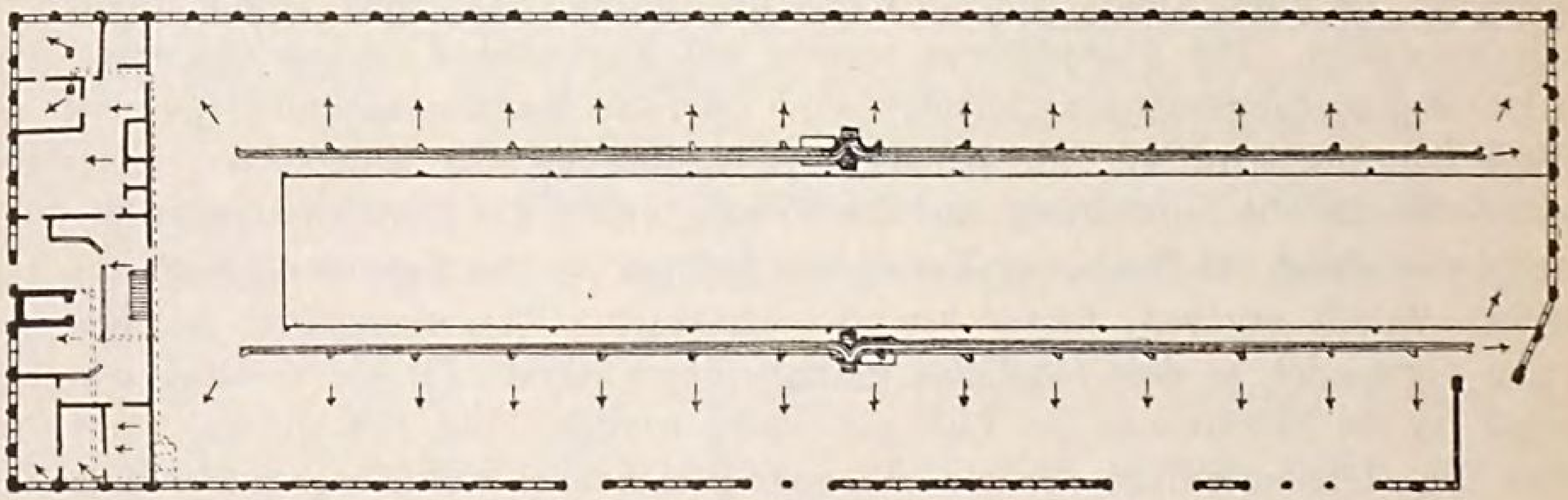
Die Heizung und Lüftung einer Treibriemenfabrik in Chicago veranschaulichen Fig. 126 und 127. Zwei Radgebläse blasen die erwärmte Luft in vier lange Röhren, von denen zwei dicht unter der Decke des unteren Raumes, zwei dicht unter dem

Fig. 126.



Querschnitt.

Fig. 127.



Grundriss.

Heizungs- und Lüftungsanlage einer Treibriemenfabrik nach dem Sturtevant-System.

Dach der Galerieen angebracht sind. Die Luft tritt aus diesen Röhren durch zahlreiche Stutzen aus, verbreitet sich an der Decke und gelangt niedersinkend zu den Arbeitsplätzen. Durch die baulichen Verhältnisse war es hier geboten, die Gebläse auf den Galerieen anzubringen, und da der ganze Mittelraum wegen der dort befindlichen Laufkranen frei bleiben musste, so ergab sich die seitliche Anbringung der Luftleitungen und die Anordnung zweier Gebläse- und Röhrenanlagen. Für die Geschäftsräume ist ein drittes Gebläse angebracht, welches die Luft gleichfalls durch Röhren in die einzelnen Räume treibt.

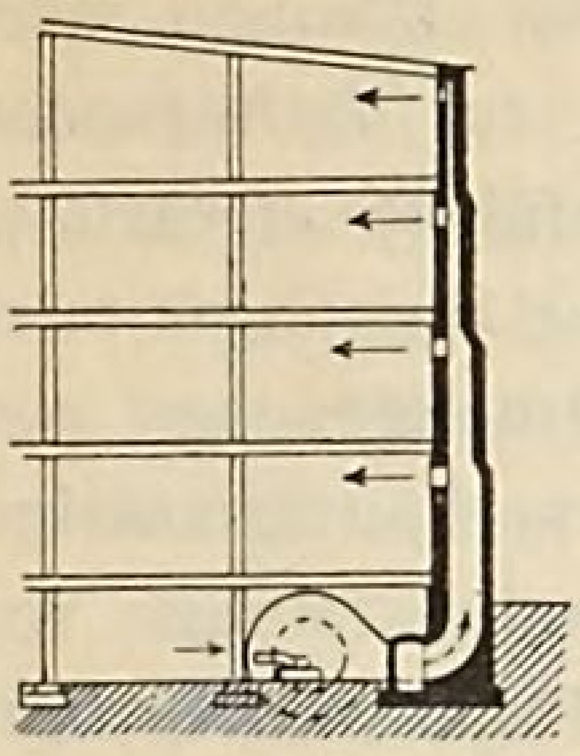
Fig. 128 bis 130 deuten die Heizungsanlage eines Mühlengebäudes an; die erwärmte Luft wird hier von dem Schleudergebläse in einen mit abnehmendem Querschnitt hergestellten Kanal gepresst und gelangt aus diesem in einige lotrechte Kanäle, die in besonderen Pfeilern der Längswand angebracht und gleichfalls mit abnehmendem Querschnitt erbaut sind. Aus diesen Kanälen tritt die Luft etwa 3 m über dem Fussboden aus. Um die in jedes Geschoss gelangende Luft dem Bedarf entsprechend regulieren zu können, ist jede Austrittsmündung mit einer stellbaren Klappe versehen.

Die Speisung der Heizröhren der Dampfluftheizungen erfolgt entweder mit hochgespanntem Kesseldampf oder mit dem Abdampf von Dampfmaschinen oder anderen Dampfapparaten. Wegen der hierfür zu beachtenden Gesichtspunkte vergl. S. 323.

Bei den verschiedenen Arten der Luftheizung wird selten nur der infolge der Erwärmung der Luft entstehende Auftrieb (vergl. S. 343) zur

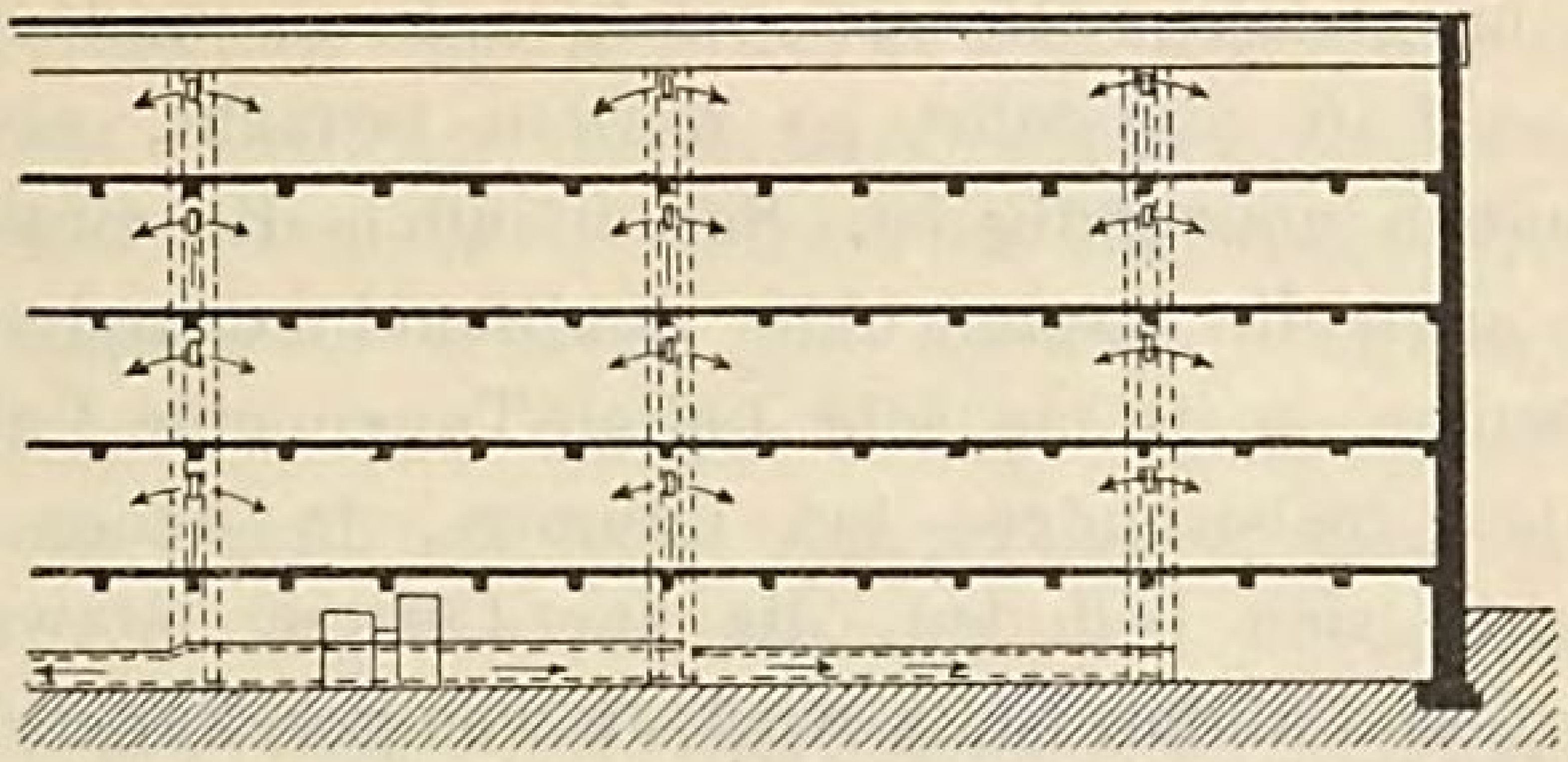
Erzeugung der Luftbewegung nach den zu heizenden Räumen benutzt, sondern es wird hierzu ein Radgebläse angewendet, wie dies auch die erwähnten Heizungsanlagen zeigen. Die Anordnung solcher Radgebläse,

Fig. 128.



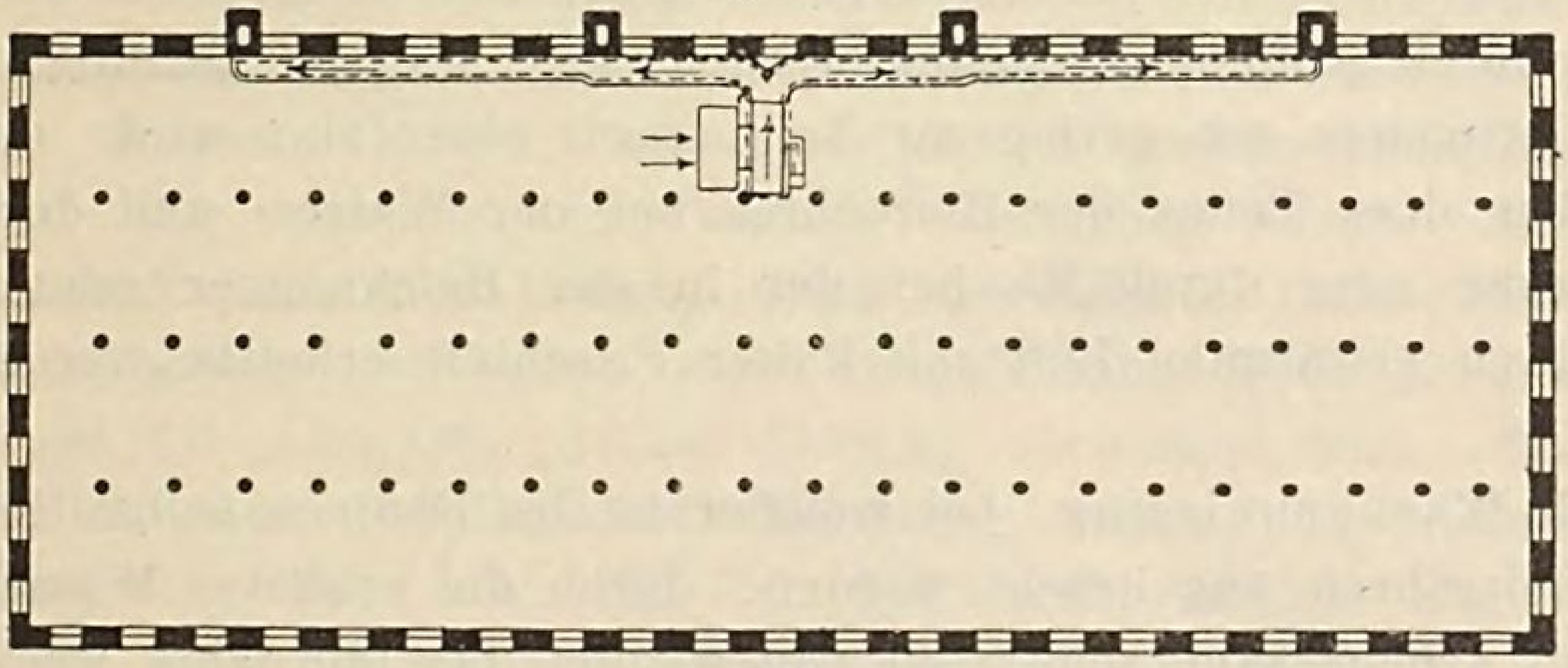
Querschnitt.

Fig. 129.



Längsschnitt.

Fig. 130.



Grundriss.

Heizungsanlage eines Mühlengebäudes nach dem Sturtevant-System.

welche in gewerblichen Betrieben gewöhnlich von vorhandenen Triebwerken aus angetrieben werden (vergl. S. 348), hat den Vorzug, dass die Widerstände, welche die Luft auf ihrem Wege findet, leicht überwunden werden können, so dass sich grosse Luftgeschwindigkeiten erzielen lassen, welche, wie die erwähnten Heizungsanlagen nach dem Sturtevant-System zeigen, eine erheblich grössere Wärmeabgabe der Heizflächen der Dampfheizröhren ergeben, so dass gegenüber der Luftheizung mit geringer Luftgeschwindigkeit kleinere Heizflächen und kleinere Kanal- oder Rohrquerschnitte der Luftleitung, also geringere Anlagekosten und der Vorteil der leichteren Unterbringung der genannten Teile entstehen.

Zu erwähnen ist noch, dass manchmal die einzuführende Luft nur auf die Raumtemperatur erwärmt und mit dieser den zu heizenden Räumen zugeleitet wird; dann muss der Wärmeverlust derselben durch in ihnen aufgestellte Heizkörper besonders gedeckt werden; die Luftzuführung erfolgt dann nur zum Zweck der Lüftung der Räume. Diese Einrichtung der getrennten Heizung und Lüftung führt zu einer

Komplikation der Anlage und ihrer Bedienung, meist auch zu höheren Anlage- und Betriebskosten gegenüber der Luftheizung mit Lufterneuerung, aber andererseits hat die Einrichtung den Vorzug, dass die Lüftung unbeeinflusst durch Rücksichten auf die Erwärmung und die Witterung stets in gleichem Maasse erfolgen kann und den Räumen nicht mehr frische Luft zugeführt zu werden braucht, als zur Lufterneuerung in denselben notwendig ist. Soll nämlich die eingeführte erwärmte frische Luft auch die Räume ohne Zuhilfenahme anderer Heizungseinrichtungen erwärmen, so ist an sehr kalten Tagen eine Luftmenge dazu notwendig, welche, insbesondere bei Räumen, in denen verhältnismässig wenige Arbeiter sich befinden, die zur Lüftung notwendige Menge weit übersteigt, und andererseits wird an weniger kalten Tagen die letztere durch die zur Heizung erforderliche Luftmenge nicht erreicht, wenn diese dieselbe Temperatur wie im ersten Fall erhält; allerdings kann im zweiten Fall dadurch Abhilfe geschaffen werden, dass die zur Lüftung erforderliche Luftmenge mit geringerer Temperatur eingeführt wird, die durch Abstellen eines Teiles der Heizröhren bei der Wasser- und der Dampfluftheizung oder durch Mischen der in der Heizkammer oder an den Heizröhren erwärmten Luft mit kalter Frischluft erhalten werden kann.

Die Wasserheizung, bei welcher in den Räumen selbst Heizkörper oder Heizröhren angebracht werden, durch die erhitztes Wasser fliesst, wird für Arbeitsräume sehr selten angewendet, fast nur dann, wenn heisses Wasser in genügender Menge ohnehin zur Verfügung steht, welches dann durch eigenen Auftrieb oder durch eine Pumpe durch das Heizsystem getrieben werden kann. Je nach der Temperatur des Heizwassers wird Niederdruck- oder Warmwasserheizung, Mitteldruck-Wasserheizung und Hochdruck- oder Heisswasserheizung unterschieden. Erstgenannte Heizungsart verwendet Wasser mit einer Temperatur unter 100°; die anderen Wasserheizungsarten benutzen Temperaturen bis zu 200°, so dass in den Leitungen hohe Spannungen, z.B. bei 200° 15 Atmosphären, auftreten, weshalb auch das ganze Leitungssystem geschlossen und aus engen schmiedeeisernen Röhren hergestellt sein muss, während bei der Warmwasserheizung ein offenes, sogenanntes Expansionsgefäss den obersten Punkt der Heizungsanlage bildet und auch gusseiserne Heizkörper zur Aufstellung gelangen können. Für alle Wasserheizungsarten ist die Gefriergefahr zu beachten, welche die Verwendung der Wasserheizung bei Gebäuden, in denen eine völlig frostsichere Verlegung der Wasserleitungen nicht möglich ist, geradezu verbietet.

Die Dampfheizung findet unter den verschiedenen Zentralheizungsarten die häufigste Verwendung zur Erwärmung von Arbeitsräumen, da in den meisten grösseren Betrieben Dampf ohnehin zur Verfügung steht. Je nach der Spannung des durch die Heizröhren und Heizkörper geleiteten Dampfes wird Hochdruck- und Niederdruck-Dampfheizung unterschieden. Bei ersterer wird der in konzessionspflichtigen Kesseln erzeugte Dampf unmittelbar oder mit verminderter Spannung, die mit Hilfe eines Druckminderungsventils erhalten und zu etwa 1 Atmosphäre Überdruck genommen wird, benutzt. Bei der Niederdruckdampfheizung wird nur Dampf mit einem Überdruck von weniger als 0,5 Atmosphäre verwendet, wie solcher in nicht konzessionspflichtigen, mit offenem Standrohr ausgerüsteten Kesseln (Kochkessel) erzeugt oder aus hochgespanntem Kesseldampf durch Druckverminderung erhalten werden kann.

Mit sehr niedriger Spannung arbeitet auch die Abdampfheizung, bei welcher der Abdampf von Dampfmaschinen oder anderen Dampfapparaten ausgenutzt wird, was natürlich zu geringen Betriebskosten führt, wenn der Abdampf sonst nutzlos entweichen würde. Jedoch ist im einzelnen Fall genau zu prüfen, ob geringere Kosten für die Maschinen- und Heizungsanlage entstehen, wenn die Maschine ohne Kondensation arbeitet und der Auspuffdampf zur Heizung verwendet wird, oder wenn die Maschine eine Kondensationseinrichtung erhält und dadurch bei gleicher Leistung einen kleineren Dampfverbrauch bedingt und die Heizungsanlage dann mit frischem Kesseldampf gespeist wird. Es ist dabei auch zu beachten, dass im ersteren Fall der Maschinenabdampf im Sommer keine Verwendung findet, und es kommt daher in Frage, ob es gegebenenfalls geraten ist, eine Kondensationseinrichtung anzuordnen, diese aber nur im Sommer zu benutzen. Ferner ist zu beachten, dass im zweiten Fall das Kondensationswasser auch zur Heizung Verwendung finden kann.

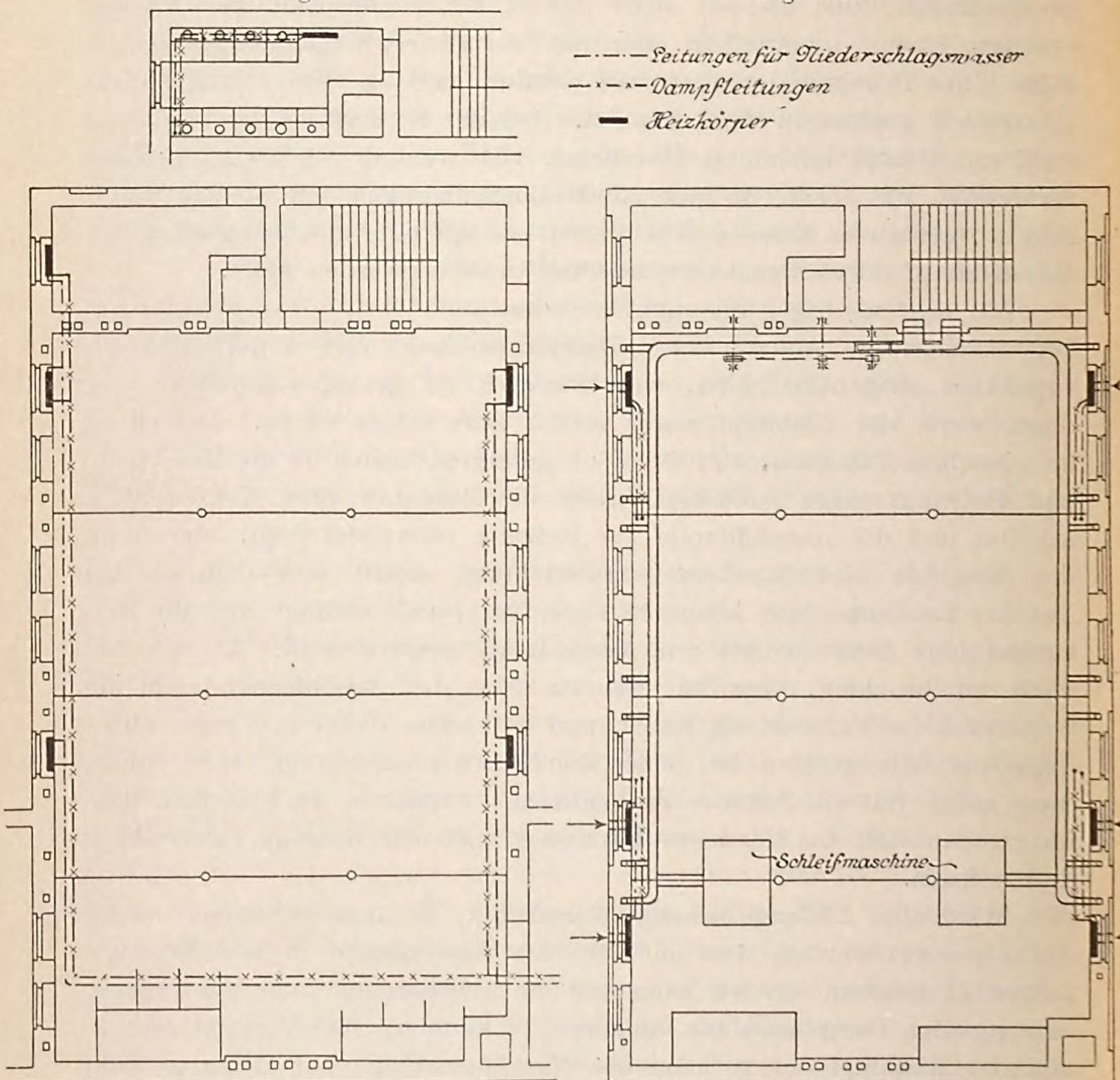
Wird eine Abdampfheizung eingerichtet, so muss trotzdem häufig dafür gesorgt werden, dass auch frischer Kesseldampf in die Heizungsröhren eingelassen werden kann, um die Arbeitsräume auch vor Ingangsetzung der Dampfmaschine anheizen zu können; ferner reicht manchmal der Abdampf der vorhandenen Maschinenanlage zur Heizung nicht aus, so dass wiederum Kesseldampf zu Hilfe genommen werden muss.

Für die Anordnung der Abdampfheizung ist besonders zu beachten, dass der Dampf auf seinem Wege durch die Leitungen und Heizkörper möglichst wenig Widerstand findet, damit kein unnötig grosser Gegendruck auf den Maschinenkolben, also keine erhebliche Verschlechterung der Maschinenwirkung entsteht. Das ganze Rohrsystem ist daher möglichst kurz zu halten; durch weite Leitungen sind kleine Dampfgeschwindig-

keiten zu erzielen, Biegungen, Abzweigungen, Querschnittsänderungen sind möglichst zu vermeiden.

Infolge der Wärmeabgabe des Dampfes an die zu heizenden Räume verdichtet sich der Dampf zu Wasser, welches möglichst rasch beseitigt

Fig. 131. Fig. 132.



Grundriss des Erdgeschosses. Grundriss des zweiten Stockes.

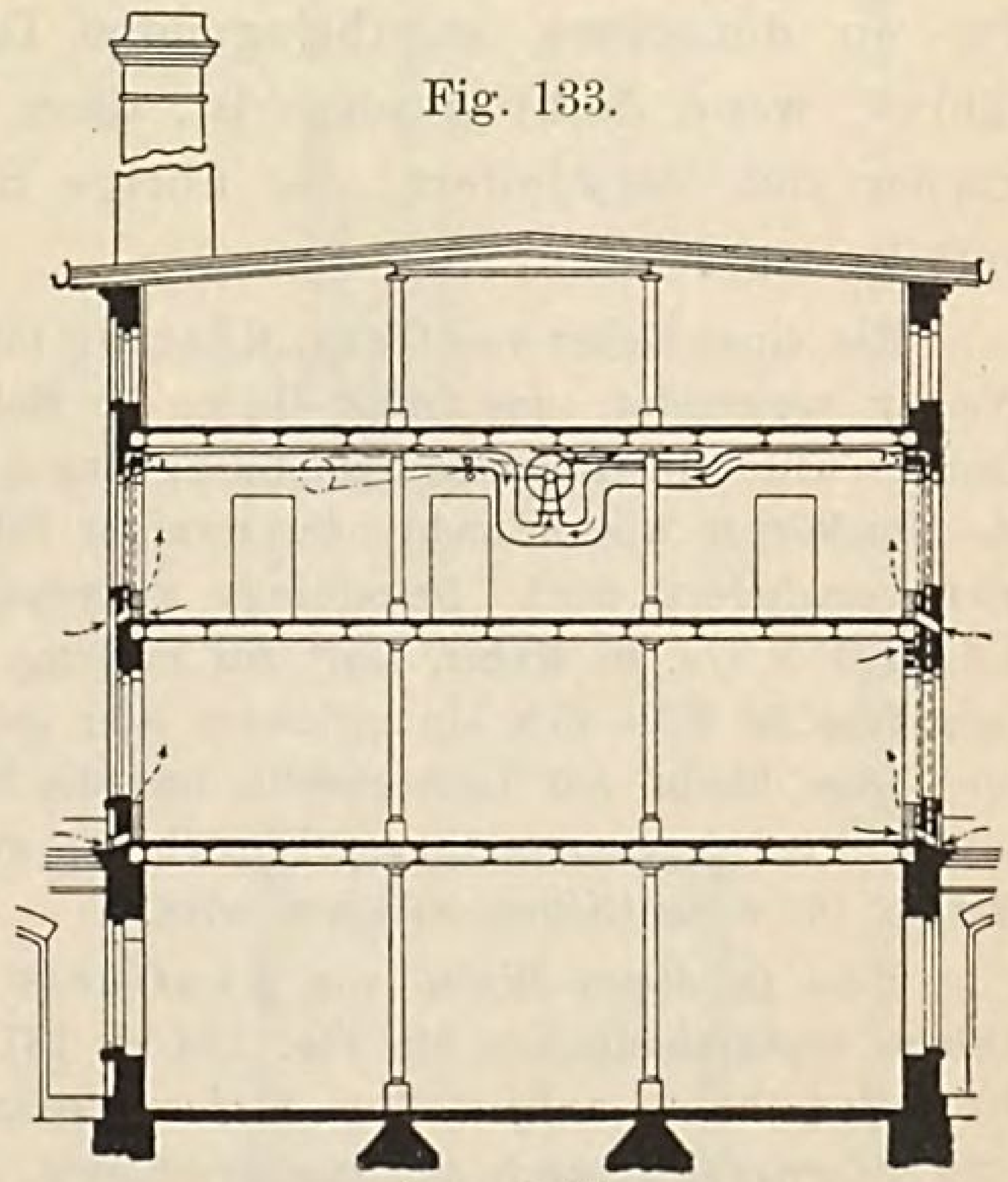
Heizungs- und Lüftungsanlage eines Fabrikgebäudes von Gebr. Siemens in Charlottenburg, ausgeführt von Rietschel & Henneberg in Berlin.

werden muss, da durch seine Berührung mit dem Dampf Dampfverluste entstehen und ein lästiges Schlagen, Klopfen durch die vom Dampf herumgeschleuderten Wasserteile eintreten kann. Ferner nimmt das Wasser einen Teil des Leitungsquerschnitts in Anspruch; es muss daher

durch die Anordnung des Rohrsystems eine gute Entwässerung desselben gewährleistet werden. Bei Hochdruck-Dampfheizungen ist es deshalb am zweckmässigsten, die Hauptdampfleitung vom Dampfkessel ab auf möglichst kurzem Wege nach dem Dachboden des zu heizenden Gebäudes zu führen und dort mit Gefälle so zu verzweigen, dass einzelne Fallstränge die übereinander liegenden und benachbarten Heizkörper mit Dampf versorgen; das in den Heizkörpern und Zuleitungen sich bildende Niederschlagswasser wird durch Leitungen abwärts nach dem Kellergeschoss geführt und dort gewöhnlich in einem Sammelrohr vereinigt, welches in einen Behälter mündet, aus dem das heisse Wasser wieder zur Speisung der Kessel entnommen werden kann. Häufig wird aber wegen der billigeren Anlage und bequemeren Beaufsichtigung derselben die Verteilung des Dampfes im untersten Geschoss vorgenommen und dann der Dampf den übereinander in den Geschossen stehenden und benachbarten Heizkörpern durch einzelne Stränge zugeführt; das Niederschlagswasser wird in gleicher Weise wie bei der ersten Anlage abgeleitet.

Eine solche Anordnung veranschaulichen Fig. 131 bis 133, welche die von der Firma Rietschel & Henneberg in Berlin ausgeführte Heizungs- und Lüftungsanlage eines zur Herstellung der Kohlenstifte für Bogenlampen benutzten Fabrikgebäudes von Gebr. Siemens in Charlottenburg darstellen. Die Heizkörper stehen in den Fensterbrüstungen, und ihre Anordnung im ersten Stock unterscheidet sich von der im zweiten, welche in Fig. 132 angedeutet ist, nicht wesentlich. Über die Einrichtung der Lüftung vergl. S. 358.

Fig. 133.



Querschnitt.

Heizungs- und Lüftungsanlage eines Fabrikgebäudes von Gebr. Siemens in Charlottenburg, ausgeführt von Rietschel & Henneberg in Berlin.

Bei der Niederdruck-Dampfheizung, welche mit besonderen Niederdruckkesseln versehen ist, wird die Dampfverteilung gewöhnlich im untersten Geschoss bewirkt und das Niederschlagswasser unmittelbar in den Kessel zurückgeführt, so dass die Speisung desselben selbstthätig erfolgt. Wie schon erwähnt, wird diese Heizungsart für Arbeitsräume selten ausgeführt, da sie wegen der besonderen Kesselanlage und der für die Regelung der Wärmeabgabe nötigen Einrichtungen für die gewöhnlichen Fälle zu teuer ist; es ist jedoch zu betonen, dass die Niederdruckheizung in den verschiedenen, in neuerer Zeit ersonnenen Anordnungen sich be-

sonders durch eine allen Ansprüchen genügende Regulierungsfähigkeit auszeichnet, so dass jedem Raum die ihm notwendige Wärmemenge sicher zugeführt werden kann. Die verschiedenen Anordnungen der Niederdruckheizung unterscheiden sich nach der Art der Regulierung.

Bei der von Bechem & Post in Hagen i. W. angegebenen Anordnung werden die Heizkörper mit einem Mantel umgeben, der aus einer die Wärme schlecht leitenden Masse hergestellt und unten mit einer Öffnung versehen ist, durch welche die Raumluft zu dem Heizkörper tritt; je nach Einstellung eines Schiebers in der Decke des Mantelgehäuses gelangt eine grössere oder geringere Menge erwärmter Luft in den Raum, während die unmittelbare Wärmeabgabe des Heizkörpers durch den Mantel fast völlig verhindert ist. Bechem & Post verwenden auch die Dampfzuleitungen unmittelbar zur Rückleitung des niedergeschlagenen Wassers.

Die Regulierung der Wärmeabgabe der Heizkörper durch Einstellung der an denselben anzubringenden Dampfventile ist nur dann durchzuführen, wenn dafür gesorgt ist, dass, sobald die Dampfmenge im Heizkörper sich vermindert, der übrige Raum durch Wasser oder Luft ausgefüllt wird.

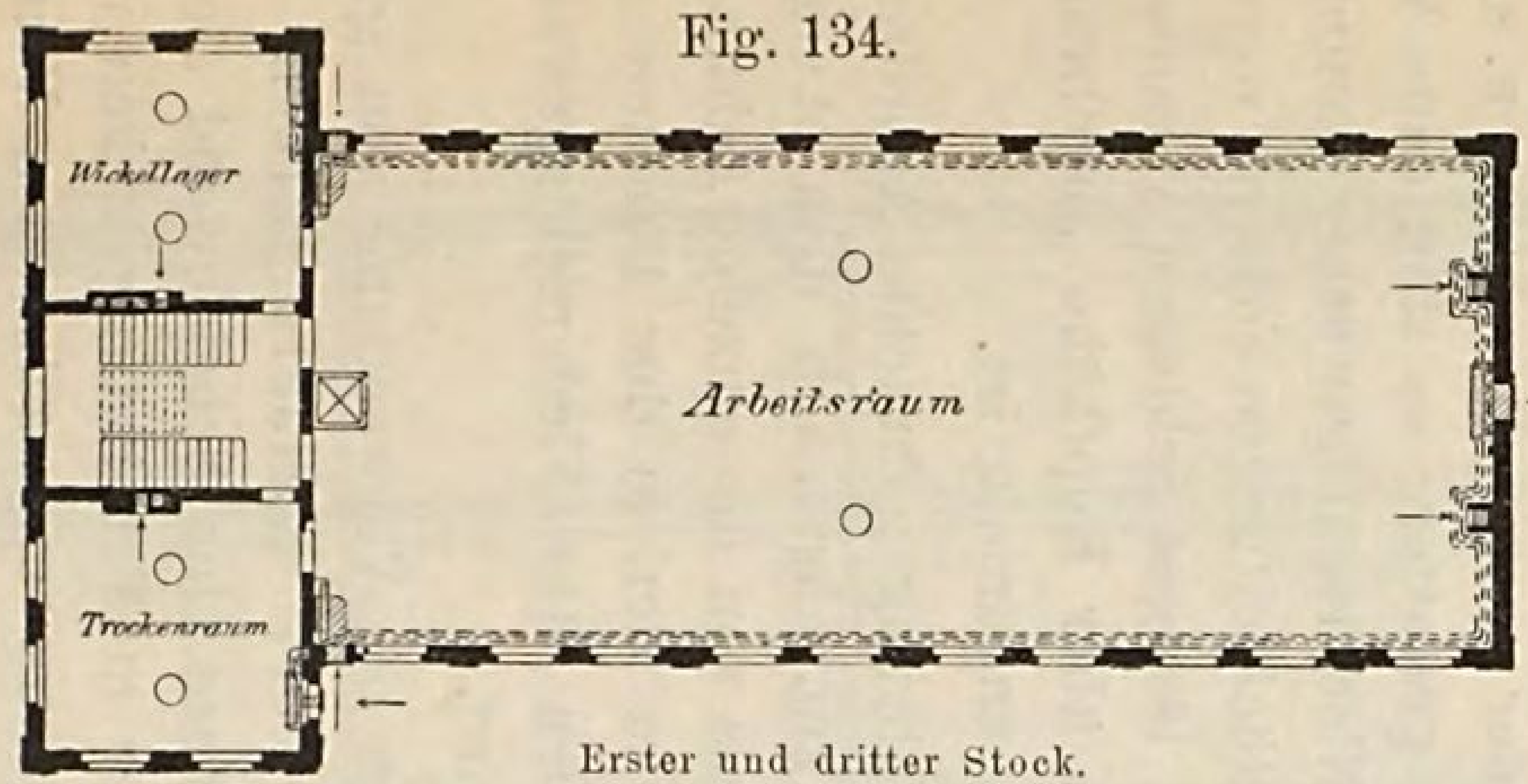
Bei einer bisher von Gebr. Körting in Hannover ausgeführten Anordnung wurde Wasser verwendet, das durch die in die Heizkörper entsprechend der Einstellung der Dampfventile einströmende Dampfmenge nach besonderen Gefässen verdrängt wird und die Heizkörper wieder mehr oder weniger füllt, wenn der Dampfzutritt abgeschlossen oder vermindert wird. Neuerdings verwenden Gebr. Körting, wie vorher schon Käuffer & Co. in Mainz, Luft zur Füllung der Heizkörper. Je nach Einstellung der Dampfventile füllt sich ein grösserer oder geringerer Teil der Heizkörper mit Dampf, der übrige bleibt mit Luft gefüllt, und die Wärmeabgabe reguliert sich dann dadurch, dass wie bei der vorerwähnten Einrichtung nur ein Teil der Heizfläche, als vom Dampf erhitzt, im wesentlichen wirksam wird.

Eine in dieser Weise von Käuffer & Co. für eine Zigarrenfabrik ausgeführte Anlage veranschaulichen die Fig. 134 bis 137. Von den im Keller unter der Garderobe des Erdgeschosses aufgestellten beiden Niederdruckkesseln führt die Dampfzuleitung in zwei Steigsträngen nach den vier Geschossen, deren einzelne Räume teils durch schmiedeeiserne, an den Wänden verlegte Heizröhren, teils durch Heizrohrspiralen erwärmt werden, die den Dampf von den Steigsträngen durch in jedem Geschoss abgezweigte Leitungsstücke erhalten. Einige Arbeitsräume im ersten und dritten Stock haben eine Frischluftzuführung erhalten, wobei Luft von aussen durch die Gebäudewand unmittelbar den Heizspiralen zuströmt und sich an diesen erwärmt. Zur Entfernung der verunreinigten Raumluft sind in den Wänden Kanäle ausgespart, die über Dach führen. Von den Heizspiralen und Heizröhren führen Niederschlagswasserleitungen nach den Kesseln zurück, während die durch den Dampf verdrängte Luft nach gasometerartigen Ausdehnungsgefässen gelangen kann.

Zu erwähnen ist noch, dass neuerdings Gebr. Körting Heizkörper bauen, in welchen der zuströmende Dampf die Luft nicht verdrängen soll, sondern sich mit ihr vermischt, so dass die ganze Heizfläche des Heizkörpers eine gleichmässige Temperatur erhält.

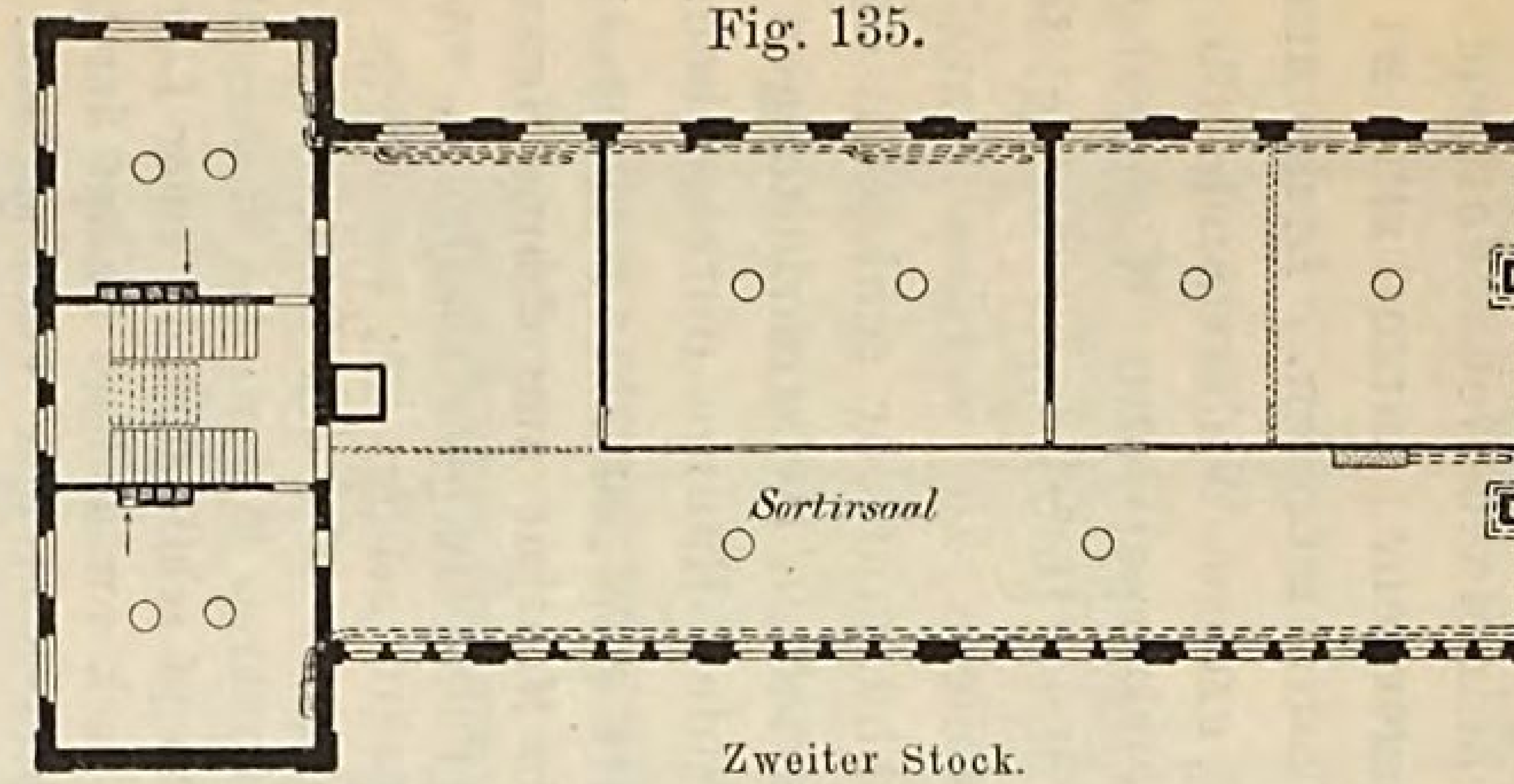
Die Abdampfheizung erfordert, wie schon erwähnt, besondere Aufmerksamkeit bei der Anordnung der Leitungen. Häufig wird an das

Fig. 134.



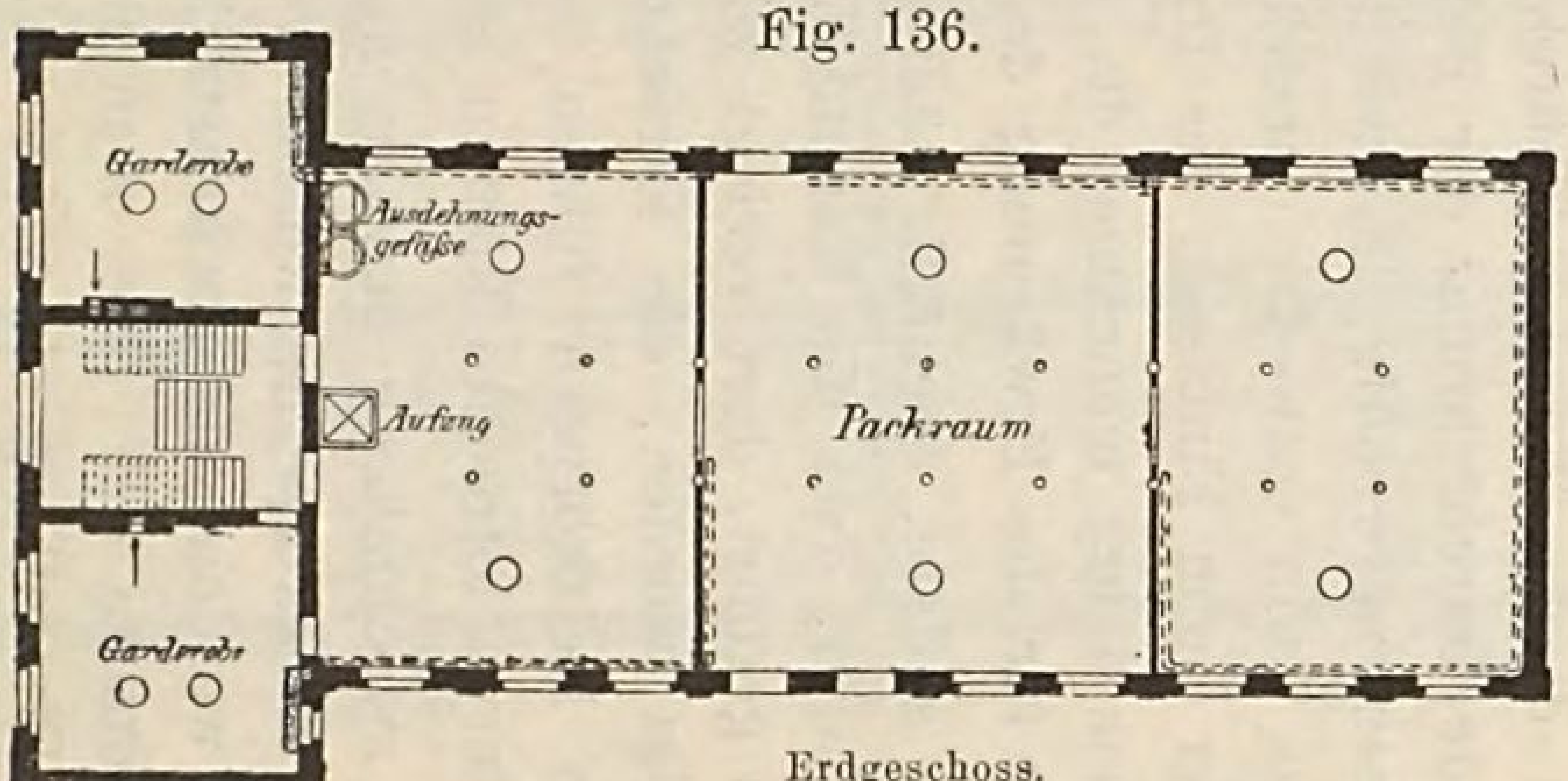
Erster und dritter Stock.

Fig. 135.



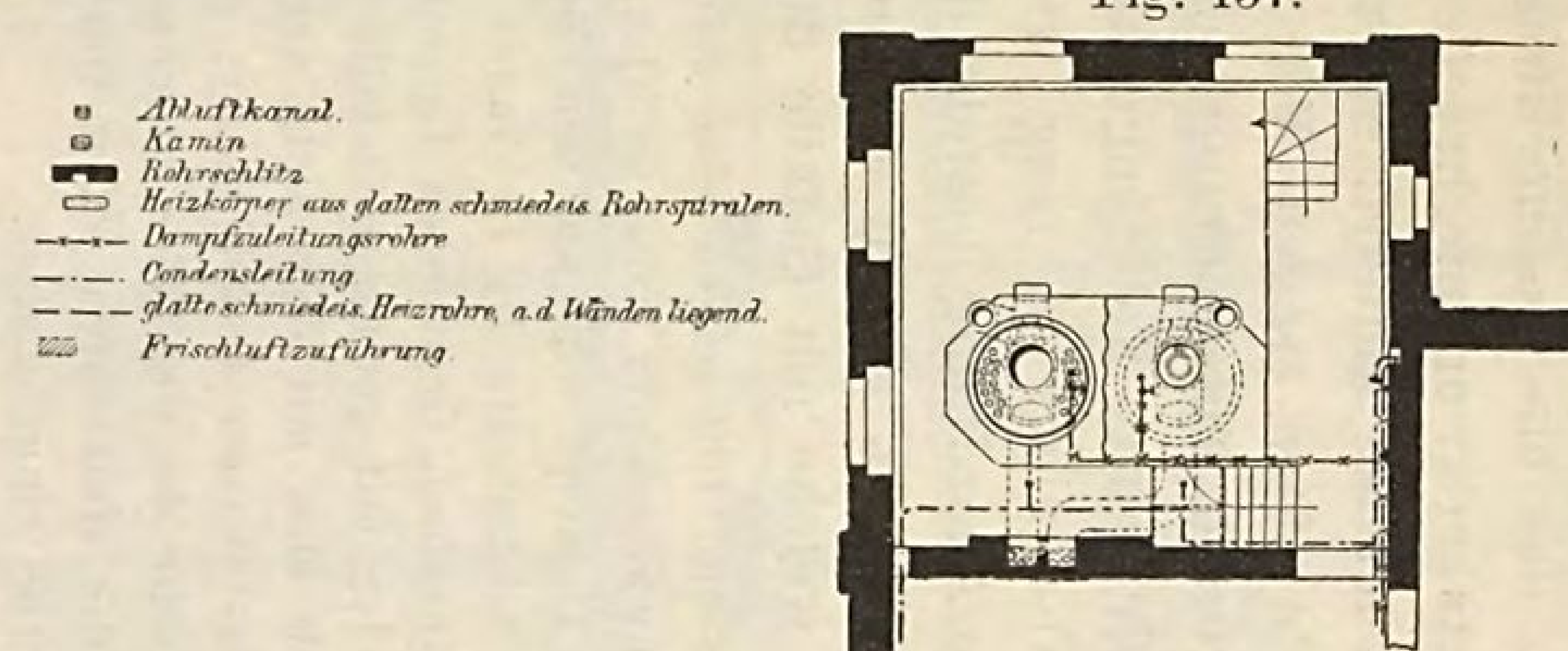
Zweiter Stock.

Fig. 136.



Erdgeschoss.

Fig. 137.



Heizraum.

Heizungs- und Lüftungsanlage einer Zigarrenfabrik, ausgeführt von Käuffer & Co. in Mainz.

Auspuffrohr der Dampfmaschine eine gleich weite Leitung angeschlossen, diese bis in das oberste Stockwerk des zu heizenden Gebäudes und von dort abwärts als ununterbrochenes Schlangenrohr durch alle zu erwärmenden Räume geführt, um unten frei auszumünden. Diese Anordnung ergiebt einen langen Weg und damit grosse Widerstände für den Abdampf; durch Einschaltung von Rippenheizkörpern zur Wärmeabgabe lässt sich die ganze Rohrlänge kürzen, da diese Heizkörper bei gleicher Wärmeabgabe nicht so lang wie glatte Röhren zu werden brauchen. Eine andere Anordnung besteht darin, das Abdampfrohr senkrecht durch alle Stockwerke zu führen und in jedem derselben Heizrohrleitungen abzuzweigen, welche mit Gefälle die zu heizenden Räume durchziehen.

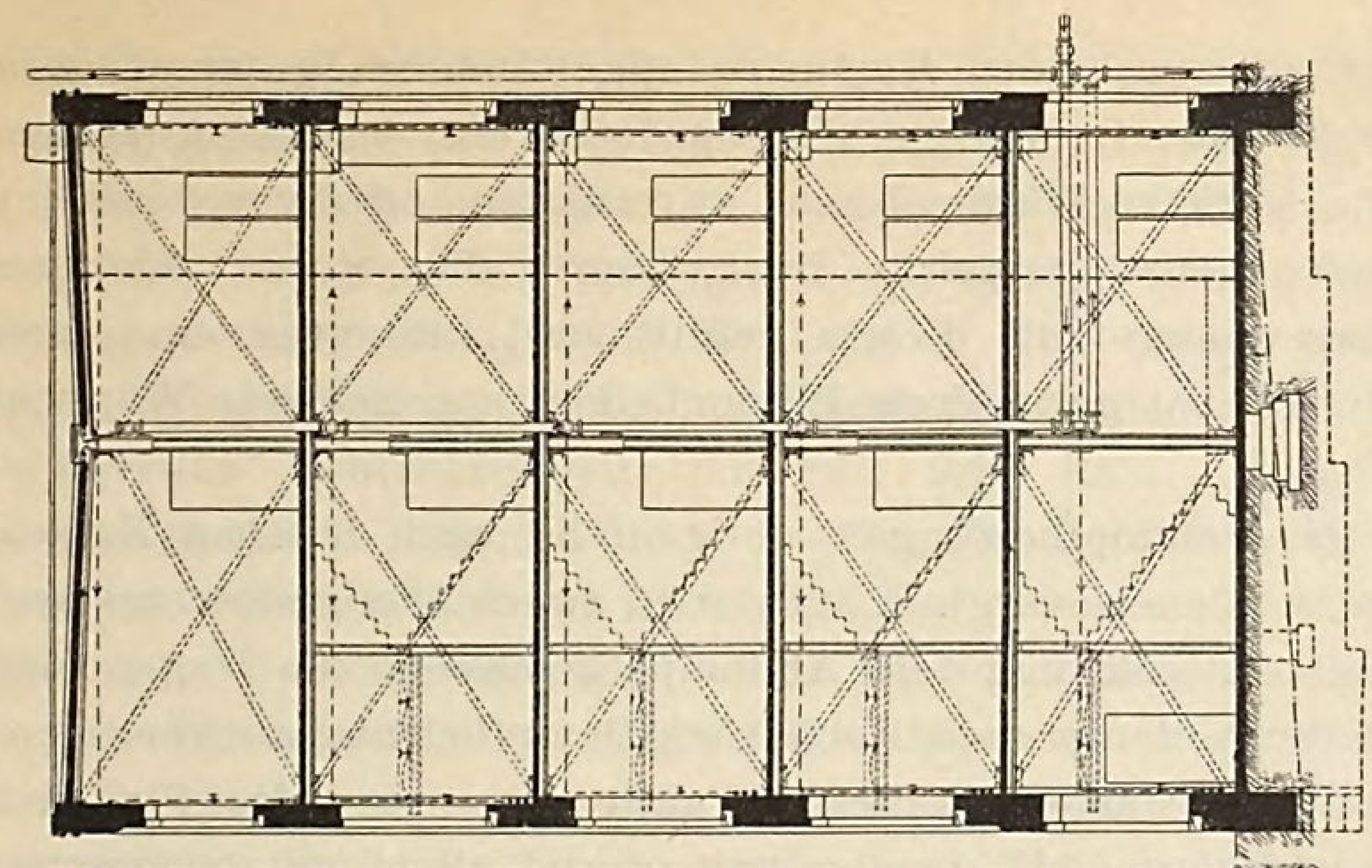
Fig. 138 und 139 zeigen eine solche von Walz & Windscheid in Düsseldorf für die Seidenwarenfabrik von Gebhard & Co. in Montjoie ausgeführte Heizungsanlage. Der Abdampf wird aus dem Maschinenhaus durch ein Rohr zugeleitet, welches an der einen Schmalseite des Gebäudes zunächst aufwärts geführt ist; von diesem Rohr sind in den einzelnen Geschossen Leitungen abgezweigt, welche den Dampf zu den an den Längswänden mit geringem Gefälle verlegten Heizröhren führen; das Niederschlagswasser sammelt sich mit dem nicht verbrauchten Dampf schliesslich in einer Leitung, aus welcher das Wasser frei abfliesst, während der noch vorhandene Dampf durch ein an der Aussenseite des Gebäudes angebrachtes lotrechtes Rohr über Dach ausbläst. Um nach Bedarf die Heizröhren jeden Geschosses absperren zu können, sind in den Zuleitungen Ventile eingeschaltet.

Die Verlegung der Heizröhren längs den Wänden dicht über dem Fussboden, wie sie die vorerwähnte Anlage zeigt, bietet Schwierigkeiten, wenn in diesen Wänden Thüren liegen oder wenn Maschinen u. s. w. die gerade Durchführung der Röhren nicht gestatten; es sind dann Verkröpfungen notwendig, in welchen sich Niederschlagswasser sammeln kann, das dann entweder durch besondere Rückleitungen entfernt werden muss oder beim Einlassen des Dampfes ein lästiges Schlagen veranlasst. Es werden daher manchmal die Heizröhren über Kopfhöhe angebracht, was aber für die Erwärmung der Raumluft ungünstig ist.

Eine andere, ebenfalls häufig zur Ausführung gebrachte Anordnung besteht darin, dass die Hauptdampfleitung zunächst nach dem obersten Geschoss geführt, dort verlegt wird und dass von ihr einzelne Leitungen abgezweigt werden, die lotrecht abwärts zu den in den Räumen aufgestellten Heizkörpern führen, von welchen das Niederschlagswasser wieder durch lotrechte Röhren abgeleitet wird.

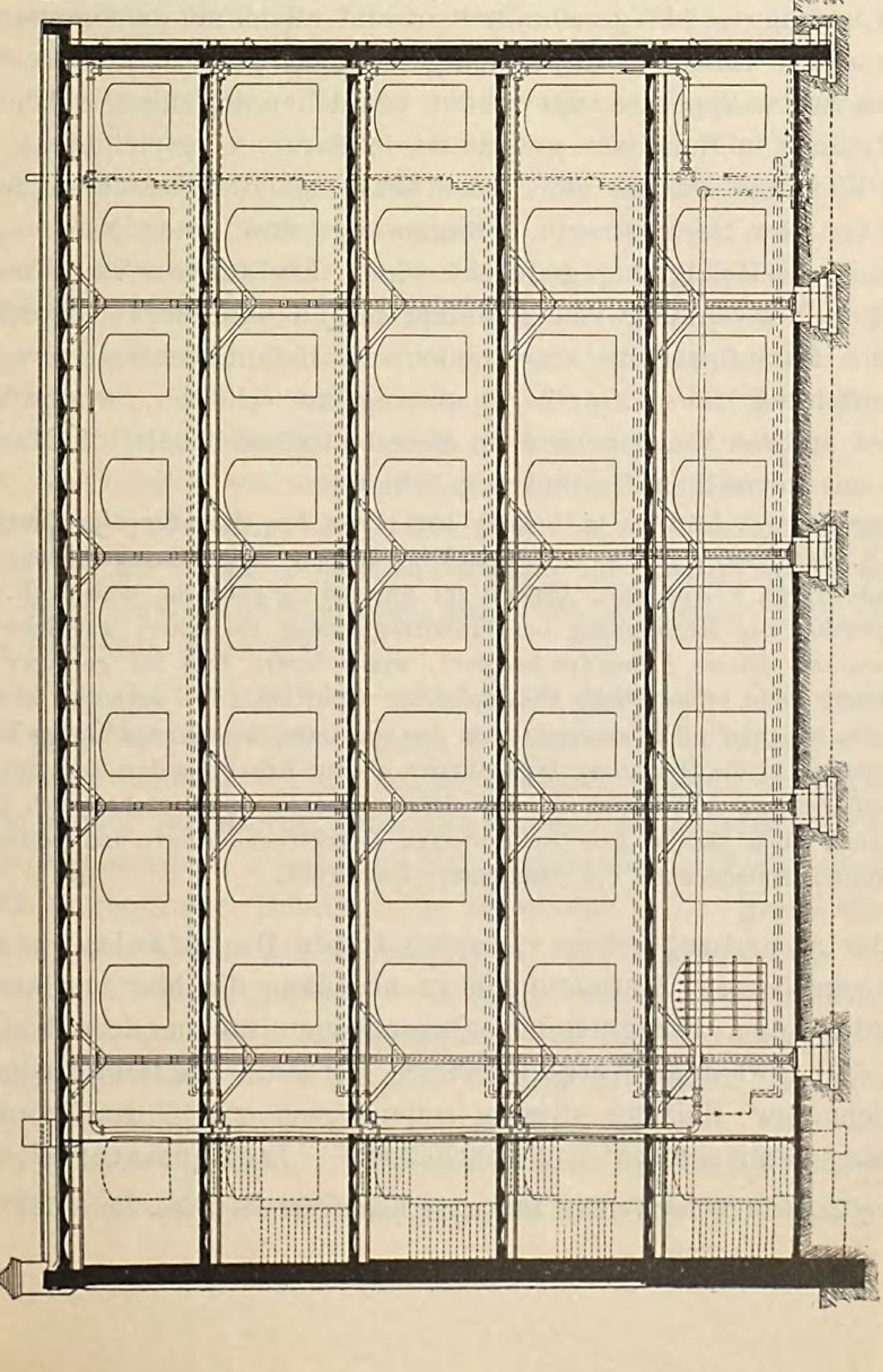
Als zweckmässig bewährt hat sich auch die Verwendung von gusseisernen Heizkörpern, welche vom Eisenwerk Kaiserslautern angefertigt werden und so konstruiert sind, dass eine Scheidewand sie in zwei Kammern teilt, die oben mit einander in Verbindung stehen und je nach Einstellung eines in die Dampfzuleitung eingeschalteten Ventils

Fig. 139.



Querschnitt.

Fig. 138.



Längenschnitt.

Heizungsanlage der Seidenwarenfabrik von Gebhard & Co. in Montjoie, ausgeführt von Walz & Windscheid in Düsseldorf.

und zweier an den beiden Kammern angebrachter Niederschlagswasserventile beide mit Dampf gefüllt werden, um behufs Anheizens der Räume eine stärkere Wärmeabgabe zu erhalten, oder von denen nur die kleinere mit Dampf gespeist, die grössere aber durch Anstauen des Niederschlagswassers mit diesem gefüllt wird, wodurch eine geringere, für das Heizen bei geringerem Wärmebedarf ausreichende Wärmeabgabe entsteht.

Um bei Abdampfheizungen nötigenfalls auch frischen Kesseldampf verwenden zu können (vergl. S. 323), wird zweckmässig eine entsprechende Menge des letzteren mit dem Abdampf gemischt, da wegen der verschiedenen für Abdampf- und Hochdruck-Dampfheizung notwendigen Rohrquerschnitte Übelstände im Betrieb auftreten, wenn die für Abdampfheizung konstruierte Anlage unmittelbar und allein mit hochgespanntem Dampf gespeist würde. Zur Mischung von Abdampf und Kesseldampf werden besondere Apparate angewendet, von denen derjenige, welcher von Gebr. Körting in Hannover gebaut wird, derart eingerichtet ist, dass durch die Wirkung des aus einer Düse ausströmenden Kesseldampfes der Abdampf von der Dampfmaschine weggesaugt und unter Mischung mit demselben in die Heizleitung gedrückt wird. Ein anderes Verfahren der gleichzeitigen Verwendung von Abdampf und Kesseldampf bezweckt, in der von der Dampfmaschine abgehenden, die Heizungsanlage versorgenden Dampfleitung stets dieselbe Spannung zu erhalten, wodurch der Gegendruck auf den Maschinenkolben dieselbe Grösse behält, die Maschine also stets mit demselben Gegendruck arbeitet.

Zivilingenieur C. Lüders in Leipzig hat hierzu bei einer für die Glanzpapierfabrik von A. Bergmann & Co. in Leutzsch bei Leipzig ausgeführten Heizungs- und Trockenanlage (vergl. S. 360) einen Apparat zur Anwendung gebracht, welchen R. Ilges in Köln-Bayenthal zur Regulierung der Eintrittsspannung bei seinen Maischdestillierapparaten benutzt. Dieser Dampfdruckregler[1]) wirkt derart, dass bei geringer Kälte die zur Heizung nicht erforderliche Abdampfmenge selbstthätig frei ausblasen kann und dass, wenn der Abdampf nicht ausreicht, aus der vom Dampfkessel zugeführten Leitung soviel Kesseldampf in die Heizungsanlage eintritt, als zur Erhaltung derselben Spannung in der Dampfzuleitung erforderlich ist. Die Grösse dieser Spannung richtet sich danach, dass der Dampf auch bis zu dem entferntesten Heizkörper dringt, und beträgt bei der vorgenannten Anlage etwa 0,3 Atmosphäre Überdruck.

Bei der Anordnung der verschiedenen Dampfheizungsarten sind noch verschiedene Einrichtungen zu beachten, die hier nur kurz erwähnt werden sollen; bezüglich der näheren Kenntnisnahme derselben muss auf die S. 310 erwähnten Werke verwiesen werden. Die Dampfleitungen, welche nicht zur Heizung dienen sollen, sind zur Vermeidung von Wärmeverlusten mit schlechten Wärmeleitern — Isoliermaterialien —

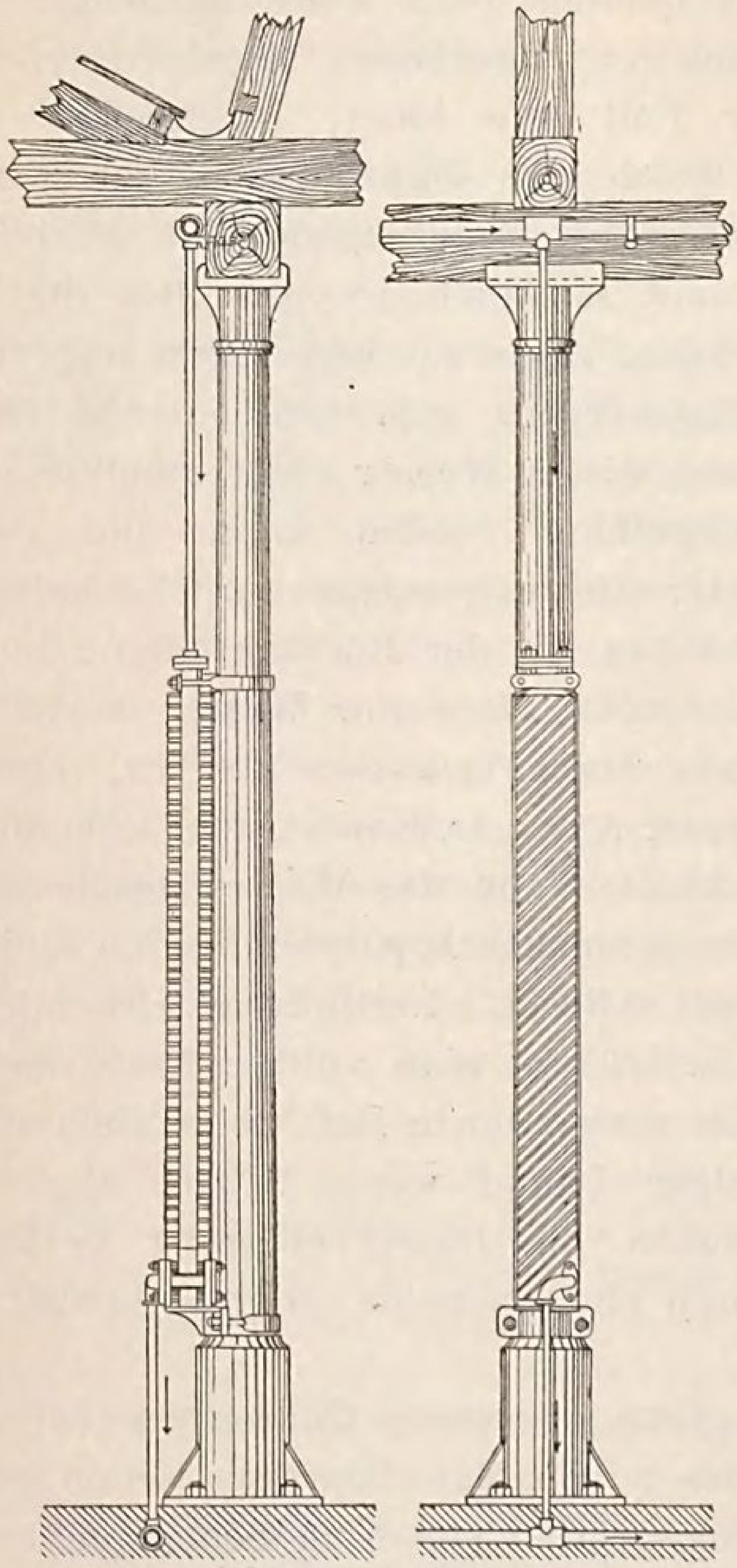
[1]) Vergl. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1892, No. 39, S. 1119.

zu umhüllen (vergl. S. 388). Durch diese Umhüllung wird auch die Feuersgefahr beseitigt, die sonst bei der Verlegung von Dampfleitungen in der Nähe von Holzkonstruktionen u. s. w. zu beachten ist. Zur Ausgleichung der bei der Erhitzung der Leitungen entstehenden Längenausdehnung derselben sind, wenn die Leitung nicht selbst nachzugeben vermag, was bei kurzen, mit Krümmungen versehenen schmiedeisernen oder stählernen Rohrführungen der Fall sein kann, Ausgleicher — Kompensatoren — einzuschalten, welche als Stopfbüchsen, gebogene Kupferröhren, scheibenförmige Kupfergefässe oder nach dem Vorbild amerikanischer Heizungsanlagen als mit nachgiebigen gewellten Stahlplatten oder Stahlrohrstücken ausgerüstete Apparate konstruiert werden. Um das in den Leitungen und Heizkörpern sich bildende Niederschlagswasser zu entfernen, sind, wenn dieses Wasser nicht unmittelbar wieder in die Dampfkessel zurückgeführt werden kann und der nicht niedergeschlagene Dampf in der Heizungsanlage zurückgehalten werden soll, entweder Ventile oder Hähne in der Rücklaufleitung notwendig, welche nur so weit geöffnet werden, dass das Wasser austritt, oder es werden selbstthätig wirkende Dampfwasserableiter, auch Kondensationswasserableiter, Selbstleerer, Automat, Kondenstopf genannt, angebracht, welche den Dampf zurückhalten und das Wasser ausfliessen lassen; es giebt zahlreiche Konstruktionen solcher Apparate, die sich meist bewährt haben. Mit Ausnahme der mit teilweiser Luftfüllung wirkenden Niederdruck-Dampfheizungen (vergl. S. 326) ist eine völlige Entfernung der in den Heizkörpern und Leitungen vorhandenen Luft beim Einlassen des Dampfes notwendig, da lufthaltiger Dampf wenig Wärme abgiebt und durch die Bildung von Luftsäcken die Dampfbewegung gestört wird; diese Entlüftung erfolgt durch einzustellende oder selbstthätig wirkende Ventile oder Hähne.

Als Heizkörper werden selten glatte gusseiserne Röhren verwendet, auch Kupferröhren kommen wegen des hohen Materialpreises selten zur Anwendung; häufiger werden schmiedeiserne, vielfach in Schlangenform gebogene, oder gusseiserne, mit Aussenrippen versehene Röhren oder gusseiserne Gefässformen, sogenannte Heizkörper, oder zylindrische Öfen oder lotrecht angeordnete Rohrregister verwendet. Die gusseisernen Heizkörper werden häufig mit Aussenrippen zur Vergrösserung der wärmeabgebenden Fläche gegossen; neuerdings werden auch Heizkörper, die nach amerikanischem Vorbild hergestellt und nur mit aufgegossenen Verzierungen versehen sind, zur Anwendung gebracht. Meistens werden die Heizkörper aus mehreren gleichartigen Teilen, sogenannten Elementen, zusammengebaut. Für Fabrikräume, in welchen die Anbringung der Heizkörper oder Heizröhren an den Aussenwänden wegen der dort

befindlichen Maschinen oder sonstigen Betriebseinrichtungen nicht möglich ist oder wegen grösserer Raumbreite zur Erwärmung nicht ausreicht und auch die Aufstellung innerhalb des Raumes wegen Platzmangel nicht durchführbar ist, werden die Heizröhren über Kopfhöhe aufgehängt, doch ergiebt diese Anordnung keine gleichmässige Erwärmung der Räume; es empfiehlt sich dann, von Heizkörpern Gebrauch zu machen, welche wenig Platz einnehmen und insbesondere bei Shedbauten an den Säulen befestigt werden. Eine Einrichtung dieser Art zeigt der in Fig. 140 und 141 dargestellte Heizkörper, welcher von Gebr. Körting in Hannover hergestellt wird.

Fig. 140. Fig. 141.



Heizkörper
von Gebr. Körting in Hannover.

Über die Regulierung der Dampfheizung vergl. S. 334. Angaben über die für die Herstellung von Dampfheizungsanlagen in den unter Staatsverwaltung stehenden Gebäuden Preussens aufgestellten Forderungen finden sich in der bereitsgenannten Anweisung (vergl. S. 310).

c. Regulierung der Heizungsanlagen.

Die Regulierung hat die Aufgabe, die Wärmeabgabe der Heizungsvorrichtungen an die einzelnen Räume dem Wärmebedarf derselben anzupassen und damit den Brennmaterialaufwand jederzeit nur in dem Maasse zu erhalten, als er zur Erreichung der gewünschten Temperatur notwendig ist.

Bei der Einzel- oder Lokalheizung erfolgt die Regulierung nur durch Änderung der Wärmeentwickelung, indem, abgesehen von der dem jeweiligen Bedarf entsprechenden Zuführung von Brennstoff, die Zuleitung der Verbrennungsluft zur Feuerung mittels geeigneter Vorrichtungen,

wie Thüren, Schieber, Klappen, Ventile eingestellt wird. Die Möglichkeit, die Wärmeabgabe dem Wärmebedarf anzupassen, ist bei den verschiedenen Arten von Öfen eine sehr verschiedene; im allgemeinen gestatten die Füllöfen eine ziemlich feine Regulierung; nur ist darauf zu achten, dass hierzu nicht umständliche Vorrichtungen gehandhabt werden müssen, deren richtige Einstellung ein förmliches Studium erfordert; solche Öfen sind für Arbeitsräume nicht zu verwenden.

Bei der Sammel- oder Zentralheizung wird die Regulierung teils durch Änderung der Wärmeentwickelung, teils durch unmittelbare Änderung der Zuführung des Wärmeträgers zu den zu heizenden Räumen, bei der Dampfheizung auch wohl durch Änderung der Grösse der wärmeabgebenden Fläche der Heizkörper und Heizröhren bewirkt. Die Regulierung der Wärmeentwickelung und damit der Wärmeabgabe an den Wärmeträger — Luft, Wasser, Dampf — erfolgt durch Einstellung der Zuleitung der Verbrennungsluft zur Feuerung mittels Ventile, Klappen oder Schieber, welche entweder den Zutritt der Luft zum Feuerraum unmittelbar oder mittelbar dadurch beeinflussen, dass der Durchflussquerschnitt des Rauchabzuges vermindert wird. Die Einstellung der Regulierungsvorrichtungen erfolgt von Hand oder durch selbstthätig wirkende Einrichtungen, die bei den Kesseln der Niederdruck-Dampfheizung fast durchgängig (vergl. S. 326), bei den Kesseln der Wasserheizung auch verhältnismässig häufig, selten dagegen bei den Öfen der Feuerluftheizung angewendet werden. Es giebt zahlreiche Bauarten solcher Regulierungsvorrichtungen; für die Dampfheizung eignen sich besonders solche, die durch Änderung des Dampfdrucks in der Zuleitung zu den Heizkörpern in Bewegung gesetzt werden, so dass stets derselbe Dampfdruck durch entsprechende Zuführung von Verbrennungsluft, also durch Verstärken oder Einschränken der Brennmaterialverbrennung erhalten wird. Für Wasser- und Luftheizung sind diejenigen Vorrichtungen zweckmässiger, deren Wirksamkeit infolge Änderung der Temperatur des Wärmeträgers — heisses Wasser bezw. erwärmte Luft — eintritt.

Bei einigen selbstthätig wirkenden Regulierungsvorrichtungen tritt auch kalte Luft in den Rauchabzug, wenn die Wärmeentwickelung der Feuerungsanlage zu stark war und nun vermindert werden soll.

Die Regulierung der Luftheizung durch Änderung der Menge der in die zu heizenden Räume eingeführten Heizluft mit Hilfe von Schiebern oder Klappen, welche in den Luftkanälen angebracht sind, hat, wenn die Heizung durch erwärmte Frischluft erfolgt, die zugleich zur Lufterneuerung der Räume notwendig ist, den Übelstand, dass dann auch die Lüftung in ihrer Wirkung geändert wird; es empfiehlt sich dann, stets dieselbe, zur Lufterneuerung notwendige Frischluftmenge mit

verschiedener Temperatur einzuführen, wobei letztere durch Mischung der in der Heizkammer erwärmten Frischluft mit kalter Frischluft erhalten wird.

Zur Regulierung der Wärmeabgabe der Heizkörper und Heizröhren bei der Warmwasserheizung werden an diesen, und zwar am Abgang der Rücklaufleitung, Vorrichtungen angebracht — Ventil, Hahn, Drosselklappe —, durch welche der Durchfluss des Wassers geändert werden kann; die häufig auch an der Einmündung der Zuleitung angebrachte Regulierungsvorrichtung wird zweckmässig nur zum einmaligen Einstellen benutzt, durch welches bei völlig geöffnetem Abfluss die Heizkörper in allen Räumen gerade die vorgeschriebene Temperatur erzeugen.

Bei der Heisswasserheizung ist eine solche Regulierung der Wärmeabgabe nicht zu erzielen, es lassen sich nur durch geeignete Vorrichtungen einzelne Strecken des in einem Raum verlegten Heizrohres ausschalten.

Die Regulierung der Wärmeabgabe der Heizkörper bei der Dampfheizung kann durch Änderung der durchströmenden Dampfmenge mittels Ventile, dann mit Hilfe von Isoliermänteln durch Änderung der zu den Heizkörpern gelangenden und von diesen erwärmten Luftmenge und ferner durch Änderung der Grösse der vom Dampf erhitzten Heizkörperfläche unter Absperrung eines Teils des Heizkörpers vom Dampfzutritt oder unter Anstauung von Niederschlagswasser oder unter Verwendung besonderer Verfahren bewirkt werden.

Die Einstellung der vorerwähnten Regulierungsvorrichtungen, soweit diese nicht selbstthätig erfolgt, ist im allgemeinen einer besonders dazu beauftragten Person zu übertragen, welche nach Maassgabe der Anzeige von Thermometern, die in jedem Arbeitsraum anzubringen sind, die Regulierung vornimmt; jedem Arbeiter zu gestatten oder auch nur zu ermöglichen, an den Regulierungsvorrichtungen zu stellen, wird fast durchgängig zu Unzuträglichkeiten führen; es wird sich daher empfehlen, die Stellvorrichtungen so zu gestalten, dass sie nur von der dazu befugten Person gehandhabt werden können.

Für grosse Heizungsanlagen kann es unter Umständen auch zweckmässig sein, Fernthermometer anzubringen, durch welche die Temperatur der Arbeitsräume in dem Dienstraum des Heizungswärters angezeigt wird, so dass dieser nicht nach jedem der zu heizenden Räume zu gehen braucht, um die Temperatur derselben zu erfahren.

Bei den verschiedenen Luftheizungsarten lassen sich die an Luftzuführungskanälen angebrachten Stellvorrichtungen auch so einrichten, dass sie von einer Stelle oder von dem Geschoss aus, in welchem die Erwärmung und Verteilung der Heizluft erfolgt, gehandhabt werden

können. Zur Kontrolle der Temperatur kann von Registrierthermometern Gebrauch gemacht werden, welche die Temperatur fortlaufend durch eine auf einem Papierstreifen aufgezeichnte Linie angeben.

d. Feuerungseinrichtungen, Rauchverhütung.

Die Feuerungseinrichtungen der Öfen und Kessel der Heizungsanlagen sind so zu gestalten, dass bei einfacher Bedienung eine möglichst vollkommene Verbrennung und Ausnutzung des Brennmaterials erzielt und der Verbrauch desselben dem wechselnden Wärmebedarf der zu heizenden Räume angepasst wird.

Dem Fachmann ist bekannt, dass diese Ziele schwer zu erreichen sind und nur zu häufig Missgriffe in der Konstruktion der Feuerungsanlagen gemacht werden, welche dazu führen, dass durch unverhältnismässig grossen Brennmaterialverbrauch abnorm hohe Betriebskosten entstehen. Unzählige Bauarten von Feuerungseinrichtungen sind ersonnen worden und kommen mit mehr oder weniger Erfolg zur Anwendung, bei der Auswahl ist daher Vorsicht geboten; gegebenenfalls empfiehlt es sich, von dem Erbauer Gewähr für die gute Wirkung zu fordern und zeitweise eine Prüfung der Anlage durch Untersuchung der entweichenden Rauchgase auf ihre Zusammensetzung und Temperatur vorzunehmen.

Der Bau der Feuerungseinrichtungen richtet sich im wesentlichen nach dem zu verwendenden Brennstoff. Feste Brennmaterialien — Steinkohlen, Braunkohlen, Presskohlen, Koks, Torf, Holz, Sägespäne — werden fast durchgängig auf Rosten verbrannt, deren Form und Grösse je nach dem Brennmaterial sehr verschieden werden muss. Um die Bedienung zu vereinfachen, werden Schütt- und Füllfeuerungen eingerichtet, die eine grössere Brennmaterialmenge aufzunehmen vermögen (vergl. S. 315); doch eignen sich hierzu nur Brennstoffe, die beim Verbrennen nicht zusammensintern, insbesondere also magere Kohle, am besten Anthrazit, und Koks. Die Beschickung der Feuerung mit festem Brennmaterial erfolgt meistens durch Einwerfen, Einfüllen desselben von Hand, selten und auch dann nur bei Dampfkesseln, durch selbstthätig wirkende Einrichtungen, die von der Fabriktransmission in Bewegung gesetzt werden.

Flüssige Brennstoffe, wie Erdöl und Teer, finden selten Anwendung bei Kessel- und Ofenfeuerungen von Heizungsanlagen; zur Einführung in den Feuerraum werden Dampf- oder Luftstrahlgebläse benutzt, welche die Flüssigkeit fein zerteilen.

Die Wirksamkeit einer Feuerungsanlage hängt wesentlich auch von der Bedienung ab, und es sollten daher die Betriebsinhaber im eigenen

Interesse stets darauf halten, dass nur erfahrene, zuverlässige Personen mit der Wartung der Kessel und Öfen betraut werden.

Die vollkommene Verbrennung eines Brennstoffes erfordert die Zuführung einer bestimmten Luftmenge, welche bei flüssigen und gasförmigen Stoffen ausreichend innig mit denselben gemischt werden kann, so dass in diesen Fällen die zuzuführende Luftmenge nicht oder nicht viel mehr als die theoretisch zur Zuführung des notwendigen Sauerstoffes erforderliche Menge zu betragen braucht. Bei festen Brennstoffen ist aber, um den Zutritt der Luft zu allen verbrennenden Teilen in ausreichendem Maasse zu erhalten, erheblich mehr als das Doppelte der theoretisch notwendigen Luftmenge erforderlich, wobei jedoch darauf zu achten ist, dass nicht zu viel Luft zugeführt wird, da dadurch eine beträchtliche Abkühlung des Feuerraums und infolge der grossen in der Luft enthaltenen Stickstoffmenge eine Hemmung des Rauchabzuges, also eine Verschlechterung der Wirkung der Feuerungsanlage entsteht. Durch vollkommene Verbrennung entstehen aus den in den Brennstoffen enthaltenen Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff, Kohlensäure und Wasser; unvollkommene Verbrennung erzeugt auch Kohlenoxyd und ölbildendes Gas. Rauch und Russ entstehen infolge zu geringer Temperatur im Feuerraum, zu wenig inniger Mischung der aus dem Brennstoff sich zunächst entwickelnden Gase mit dem Sauerstoff der zugeführten Luft, auch durch vorzeitige Abkühlung des Gasgemisches unter die Entzündungstemperatur. Zur Rauch- und Russbildung kann sowohl die Einrichtung der Feuerungsanlage, als auch die Bedienung, die Art des Brennmaterials, Ungleichförmigkeit des Betriebes, die Witterung, Windrichtung, Temperatur und Feuchtigkeit der Luft Veranlassung geben; die Wirkung aller dieser Faktoren so zu vereinigen, dass die Rauch- und Russbildung verhütet wird, ist eine Aufgabe, deren Lösung oft versucht worden ist. Es fehlt nicht an Vorschlägen zu rauchverhütenden, rauchverbrennenden, rauchverzehrenden Feuerungsanlagen sowie für Einrichtungen, durch welche der Rauch nachträglich aus den abziehenden Gasen beseitigt werden soll; nur in vereinzelten Fällen und auch dann nur unter bestimmten Voraussetzungen ist ein Erfolg erzielt worden.

Rauch und Russ bilden im allgemeinen das Merkmal einer schlechten Verbrennung, also einer schlechten Ausnutzung des Brennstoffes; abgesehen von diesem wirtschaftlichen Gesichtspunkt, ist aber die Rauch- und Russbildung deswegen möglichst zu verhüten, weil die dauernde Einatmung von Rauch und Russ nach Ansicht hervorragender Hygieniker gesundheitsschädlich ist. Es ist jedoch zu beachten, dass durch die bei festen Brennstoffen im Überschuss zuzuführende Luft die Feuergase abgekühlt werden; der infolgedessen entstehende leichte, durchsichtige

und hygienisch unbedenkliche Rauch kennzeichnet also nicht eine vom wirtschaftlichen Standpunkt ungünstig wirkende Feuerungsanlage; es kann vielmehr eine Anlage, bei der nur farblose Gase entweichen, eine schlechtere Verbrennung ergeben, wenn infolge Luftmangels nicht alles Kohlenoxyd zu Kohlensäure verbrannt ist.

Eine vollständige Verhütung der Rauchbildung lässt sich nur durch Anwendung gasförmiger Brennstoffe erzielen; magere Kohlen, Anthrazit und Koks geben bei der Verbrennung sehr wenig Rauch; bei anderen festen Brennstoffen lässt sich die Rauchbildung nur bei sachgemässer Bedienung der Feuerung und unter Anwendung besonders konstruierter Feuerungseinrichtungen möglichst verhüten. Um die Wirkung der zahlreichen Arten dieser Apparate festzustellen, ist auf Veranlassung des Preussischen Herrn Ministers für Handel und Gewerbe eine aus Vertretern verschiedener Behörden und Vereine gebildete Kommission mit der Aufgabe betraut worden, umfangreiche Versuche zunächst an den in Berlin vorhandenen Einrichtungen genannter Art vorzunehmen. Es wurden acht verschiedene Apparate an Dampfkesselfeuerungen eingehend untersucht, indem die Rauchstärke gemessen, Wartung und Gang der Feuerung sowie die Rauchbildung beobachtet, die Rauchgase auf ihre Zusammensetzung und Temperatur untersucht, die Zugstärke bestimmt, die chemische Zusammensetzung und der Heizwert des Brennmaterials ermittelt, die wirtschaftliche Wirkung der rauchverhütenden Einrichtung durch das Verhältnis der verdampften Wassermenge zum Brennmaterialverbrauch bestimmt und hieraus sowie aus dem Heizwert die Ausnutzung des Brennmaterials berechnet, ferner die Wärmeverluste durch die entweichenden Rauchgase festgestellt wurden. Die Ergebnisse dieser eingehenden Prüfung sind in einem Berichte[1]) niedergelegt; sie sind allerdings wegen der Verschiedenartigkeit der untersuchten Anlagen und der zur Verwendung gelangten Brennmaterialien nicht ohne weiteres geeignet, über den Wert der geprüften Einrichtungen ein abschliessendes Urteil zu gewinnen, jedoch geben sie beachtenswerte Aufschlüsse über die Bedingungen, von welchen eine rauchfreie Verbrennung abhängig ist, und bilden eine wertvolle Grundlage für die weiteren Versuche, welche die Kommission in Aussicht genommen hat.

Welche Schwierigkeiten die Behandlung der Rauchfrage bietet, kann daraus entnommen werden, dass die vom Verein deutscher Ingenieure am

[1]) Bericht über die Sitzung der Kommission zur Prüfung und Untersuchung von Rauchverbrennungs-Vorrichtungen, Berlin, den 30. April 1894, und Bericht über die im Auftrage der Kommission ausgeführte Prüfung von Einrichtungen und Feuerungen zur Rauchverminderung bei Dampfkesseln. Erstattet von der Prüfungskommission. Berlin 1894.

31. Dezember 1890 unter Aussetzung bedeutender Preise gestellten beiden Aufgaben,[1]) über die bei Dampfkesseln und für Haushaltungszwecke sowie für gewerbliche Betriebe zur Erzielung einer möglichst rauchfreien Verbrennung angewandten Feuerungseinrichtungen eingehende kritische Abhandlungen zu verfassen, keine genügende Lösung gefunden haben und daher nochmals ausgeschrieben worden sind.[2])

Es wäre dringend zu wünschen, dass die vielumstrittene Frage der Rauchverhütung durch die Untersuchungen der genannten Kommission und durch die Ergebnisse der Preisausschreiben eine befriedigende Klärung fände, damit endlich festgestellt würde, welche Anforderungen an die Feuerungseinrichtungen bezüglich der Rauchverhütung gestellt werden können.

B. Lüftung.

a. Maass und Grenze des Luftwechsels, natürliche und künstliche Lüftung.

Die Notwendigkeit der Lufterneuerung geschlossener Arbeitsräume ist bereits im I. Abschnitt eingehend dargelegt worden; in diesem wie auch im III. Abschnitt ist erörtert, welche Menge frischer Luft dem Raume zugeführt werden muss, um die durch den Lebensprozess und die künstliche Beleuchtung entstehenden Verunreinigungen der Luft durch Auswechselung der verunreinigten Luft soweit zu beseitigen, dass sie nicht mehr gesundheitsschädlich sind.

Die Reinhaltung der Luft erfordert vielfach aber noch die Entfernung der bei besonderen Arbeitsprozessen entstehenden Luftverunreinigungen. Sind diese nicht in erheblicherem Maasse schädlich oder treten sie nur in geringer Menge auf, so werden sie durch verstärkten Luftwechsel beseitigt werden können. Eine Grenze dafür, wie überhaupt für die Stärke der Lufterneuerung, ist jedoch darin gegeben, dass die infolge des Luftaustausches in dem Arbeitsraum entstehenden Luftströmungen nicht Geschwindigkeiten annehmen dürfen, mit welchen sie als „Zug“ belästigend empfunden werden. Es ist bekannt, dass Luftströmungen, die im Freien noch lange nicht unangenehm wirken, in geschlossenen Räumen zu Klagen Veranlassung geben, insbesondere dann, wenn die Luftströme kälter als die Arbeitsräume sind; in diesem Falle treten auch leicht Erkältungen ein. Die Widerstandskraft der Menschen gegen Zugluft ist eine sehr ver-

[1]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1891, No. 1, S. 27.

[2]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1893, No 37, S. 1151.

schiedene, und es lässt sich daher keine Grenze für die Luftgeschwindigkeit aufstellen, die noch als zulässig gelten kann. Im allgemeinen wird eine Geschwindigkeit von 0,3 m in der Sekunde noch nicht als belästigend erachtet, wenn der Luftstrom keine geringere Temperatur als die des Raumes besitzt. Im Winter ist daher eine Vorwärmung der einzuführenden Luft auf die Temperatur des Raumes notwendig.

Besonders schädliche oder in grosser Menge sich entwickelnde Gase, Dämpfe, Staubarten werden am zweckmässigsten, wenn es die Betriebsweise irgend gestattet, an der Entstehungsstelle durch Auffangen und Ableiten unschädlich gemacht. Diese Beseitigungsart der Luftverunreinigungen ist im V. und VI. Abschnitt ausführlich behandelt.

Ein Austausch der Raumluft und der Aussenluft erfolgt stets im gewissen Maasse auf natürlichem Wege infolge der Durchlässigkeit der Wände, der Undichtheiten von Thüren, Fenstern u. dergl. Die bewegende Kraft, welche diesen Luftwechsel bewirkt, wird durch den Unterschied der Aussen- und Innentemperatur und durch Windanfall hervorgebracht. Infolge des Temperaturunterschiedes entsteht ein Auftrieb der wärmeren Luft, indem diese durch die kältere und deshalb schwerere Luft aufwärts getrieben wird. Aus diesem Grunde wird in einem erwärmten, von kalter Luft umgebenen Raum stets die Aussenluft am Boden und an den unteren Wandteilen eintreten und die Innenluft durch die Decke und die oberen Wandteile herausdrücken. Ein erwärmtes Gebäude wird daher auch von einer Luftströmung in der Richtung von unten nach oben durchzogen werden; dagegen tritt eine Strömung in entgegengesetzter Richtung ein, wenn das Gebäude kälter als die Aussenluft ist. Durch Windanfall kann gleichfalls eine Luftbewegung, und zwar in der Richtung des Windes durch das Gebäude entstehen.

Diese, durch Temperaturunterschied der Innen- und Aussenluft und durch Windanfall hervorgebrachte natürliche Lüftung hängt in ihrer Wirksamkeit ab von der Durchlässigkeit der Umschliessungswandungen der Räume, von den Temperaturverhältnissen und dem Winddruck; der infolge dieser natürlichen Lüftung entstehende Luftwechsel ist demnach sehr unbestimmt, lässt sich nicht regulieren, wird manchmal sehr stark werden und dann durch Zugerscheinung lästig sein, meistens aber wird er nicht ausreichen, um die erforderliche Reinhaltung der Raumluft zu bewirken.

Ein bestimmter Luftwechsel, wie er den Forderungen der Hygiene entspricht, lässt sich also durch die natürliche Lüftung nicht erzielen. Dazu kommt noch, dass die infolge dieser natürlichen Vorgänge eintretende Luft vielfach nicht rein ist, so dass die beabsichtigte Wirkung durch Luftaustausch nicht erreicht wird; je nach der Lage der Arbeits-

räume zu einander erhalten manche derselben nur die aus benachbarten Räumen entweichende, also schon verunreinigte Luft; in Räume, welche im Keller oder im Erdgeschoss liegen, dringt manchmal Grundluft, die aus dem Boden kommt und daher gewöhnlich auch von zweifelhafter Beschaffenheit ist (vergl. S. 25 im I. Abschnitt). Selbst die Umschliessungswände der Räume können eine Verunreinigung der durchziehenden Luft herbeiführen (vergl. S. 26 im I. Abschnitt).

Wenn trotz dieser Nachteile in den meisten Fällen die natürliche Lüftung als ausreichend befunden und eine künstliche Hervorbringung des erforderlichen Luftaustausches nicht beliebt wird, so geschieht es, weil es natürlich am bequemsten und billigsten ist, sich auf die erwähnten natürlichen Vorgänge zu verlassen und höchstens durch Öffnen von Thüren und Fenstern zeitweise für einen grösseren Luftaustausch zu sorgen.

Es wäre ungerechtfertigt, für alle Arbeitsräume die Herbeiführung eines bestimmten Luftwechsels durch künstliche Einrichtungen zu verlangen; für grosse, von einer verhältnismässig geringen Zahl von Arbeitern besetzte Räume, in welchen nicht besondere Luftverunreinigungen durch die Arbeitsprozesse entstehen, kann die natürliche Lüftung eine ausreichende Lufterneuerung geben. Aber es ist zweifellos, dass für zahllose Arbeitsräume die hygienischen Anforderungen an die Luftbeschaffenheit durch natürliche Lüftung nicht erfüllt werden. Es lässt sich dann eine Luftbeschaffenheit, welche gesundheitlich nicht zu Bedenken Veranlassung giebt, nur durch künstliche Zuführung reiner Luft und Beseitigung der verunreinigten Luft erzielen. In der kalten Jahreszeit kann die zuzuführende Luft auch als Wärmeträger benutzt werden, da sie ohnehin erwärmt werden muss. Dann aber kommt in Frage, ob die zur Erzielung guter Luftbeschaffenheit notwendige Menge reiner Luft ausreicht, um bei nicht zu hoher Temperatur die nötige Wärmemenge an die zu heizenden Räume abzugeben oder ob hierzu eine kleinere Luftmenge, als sie zur Lüftung erforderlich ist, genügt. Im letzteren Falle wird diese grössere Luftmenge mit entsprechend geringerer Temperatur einzuführen sein; im ersteren Falle aber würde eine unnötig grosse Frischluftmenge von der geringen Aussentemperatur auf etwa 50° erwärmt werden müssen, was natürlich hohe Betriebskosten verursacht. In diesem, bei grossen, von verhältnismässig wenigen Arbeitern besetzten Räumen vorkommenden Falle lässt sich der zur Heizung notwendige Brennmaterialaufwand auf das normale Maass bringen, wenn nur die zur Lüftung erforderliche Luftmenge im erwärmten Zustande eingeführt wird, im übrigen aber die Heizung durch Luftumlauf oder besondere in den Räumen selbst aufzustellende Öfen oder Heizkörper besorgt wird. Diese teilweise Heizung mit Luftumlauf lässt

sich selbst dann verwenden, wenn die hierbei den Arbeitsräumen entnommene Luft vorher gereinigt werden muss, um die bei besonderen Arbeitsprozessen entstandene Verunreinigung zu beseitigen. Eine Anordnung dieser Art ist neuerdings auf Anregung des Direktors Viering von Dr. Karl Möller angegeben und von der Firma K. & Th. Möller in Brackwede i. W. für einen Arbeitssaal der Bielefelder Aktiengesellschaft für mechanische Weberei in Bielefeld ausgeführt worden. Die durch Staub stark verunreinigte Raumluft wird durch Filter (vergl. S. 372) gereinigt und dann wieder dem Arbeitsraume zugeführt; dabei wird frische Luft im Winter nur in dem Maasse zugeleitet, als für die im Saale befindlichen Arbeiter notwendig ist. Eine ausführliche Beschreibung dieser Anlage, welche den hygienischen Anforderungen durchaus genügt, findet sich im V. Abschnitt.

In den Berichten der Gewerbeaufsichtsbeamten findet sich häufig die Klage, dass in den Kreisen der Arbeitgeber wenig Neigung bestehe, eine ausreichende Lufterneuerung ihrer Arbeitsräume zu schaffen. An technischen Mitteln zur Erreichung dieses Zieles fehlt es nicht, wie die nachfolgenden Ausführungen zeigen werden, aber Unkenntnis dieser Mittel, Gleichgiltigkeit, Sparsamkeit führen vielfach dazu, dass von solchen Lüftungseinrichtungen kein Gebrauch gemacht wird. Es besteht auch nicht selten ein gewisses Misstrauen gegen solche Vorkehrungen, welches sich darauf gründet, dass manche, mit grossen Kosten ausgeführte Lüftungsanlagen nicht zu dem gewünschten Erfolg führten und sogar manchmal als nutzlos wieder ausser Betrieb gesetzt worden sind. Bei dem Entwurf und der Ausführung solcher Anlagen ist in diesen Fällen nicht mit der nötigen Sachkenntnis verfahren worden; es mag recht einfach dünken, einen so leicht beweglichen und in ungemessener Menge vorhandenen Stoff, wie Luft, nach den Bedarfsstellen in der erforderlichen Menge zu bringen; Überlegung und Erfahrung lehren aber, dass ein gutes Resultat nur bei völlig sachgemässer Durchführung der Aufgabe erhalten wird. Es muss daher dringend empfohlen werden, sachverständigen Rat bei der Anordnung von Lüftungsanlagen zu Hilfe zu nehmen, wenn die eigene Sachkenntnis nicht ausreicht.

b. Arten der Lüftungseinrichtungen; Benutzung des vorhandenen oder künstlich verstärkten Auftriebs und der äusseren Windströmungen; Verwendung von Gebläsen; Beispiele ausgeführter Anlagen.

Der durch natürliche Vorgänge entstehende Luftaustausch kann in einfachster Weise durch Anbringung von Öffnungen in den Aussenwänden verstärkt werden. Es werden in dieselben sogenannte Lüftersteine

eingesetzt, die als Ziegel mit durchlaufenden Kanälen hergestellt sind, ferner Lüftungsgitter, als gelochte Blech- oder Glasscheiben, gegossene oder aus Drahtgeflecht hergestellte Gitter. Diese Einrichtungen empfehlen sich aber nur für untergeordnete Räume, wie Lagerräume, Schuppen, Ställe, da sie alle bereits erwähnten Nachteile der natürlichen Lüftung besitzen.

Häufig werden einstellbare Lüftungsfenster angewendet, die als Klappscheiben, Drehscheiben, Jalousieen gestaltet sind und je nach Bedarf mehr oder weniger geöffnet werden, um entweder frische Luft von aussen eintreten oder die verunreinigte Raumluft entweichen zu lassen. Hierbei ist dafür zu sorgen, dass diese Fenster oder Fensterteile, wenn sie hoch gelegen sind, vom Fussboden aus leicht eingestellt und dicht geschlossen werden können; auch werden solche Formen von drehbaren Oberlichtern, Jalousiefenstern vorzuziehen sein, die im geöffneten Zustande keinen Regen eintreten lassen, so dass auch bei Regenwetter eine Lüftung eintreten kann. Die bewegende Kraft, welche bei diesen Lüftungsfenstern eine Luftbewegung erzeugt, ist wieder durch Windanfall und natürlichen Auftrieb der Luft gegeben, so dass auch hier die Wirkung keine zuverlässige ist; in der kalten Jahreszeit wird sich das Öffnen der Fenster meist verbieten, so dass dann die Lufterneuerung nahezu aufhört.

Zu besserem Resultat führt die Anordnung einer besonderen Zu- und Abführung der Luft durch Kanäle. Hierbei kann entweder nur eine Ableitung der verunreinigten Raumluft erfolgen, wobei dann der Luftersatz durch die Wände des Arbeitsraumes und die Undichtheiten von Fenstern und Thüren geschieht oder dadurch bewirkt wird, dass besondere Kanäle angelegt werden, welche den Raum mit der Aussenluft verbinden. Diese Lüftungsart wird als Sauglüftung oder Aspiration bezeichnet. In anderer Weise kann der Luftwechsel dadurch erzielt werden, dass frische Luft in den Raum eingetrieben wird; eine gleiche Menge Raumluft entweicht dann durch die Umschliessungswände und Undichtheiten von Thüren und Fenstern oder durch besonders für den Luftauslass hergestellte Wand- oder Dachöffnungen, Kanäle u. dgl. Diese Lüftungsart wird als Drucklüftung oder Pulsion bezeichnet. Schliesslich kann beides, Entfernung der verunreinigten Raumluft und Zuführung frischer Aussenluft, gleichzeitig durch besondere Einrichtungen bewirkt werden, so dass eine vereinigte Saug- und Drucklüftung entsteht.

Die bewegende Kraft, welche die bei der Saug- und Drucklüftung notwendigerweise eintretende Luftbewegung hervorbringt, wird durch

natürlichen oder künstlich verstärkten Auftrieb, durch Windanfall oder durch Gebläse (Ventilatoren, Exhaustoren) erzeugt.

Der natürliche Auftrieb hängt von dem Unterschied der Temperatur des zu lüftenden Raumes und der Aussenluft und von der Höhe der verschieden warmen Luftsäulen ab; dieser Auftrieb bildet z. B. auch die bewegende Kraft, welche bei Feuerungsanlagen die Rauchgase im Schornstein hochtreibt und die zur Verbrennung des Brennstoffes erforderliche Luft dem Rost zuführt; in gleicher Weise, nur entsprechend dem geringeren Temperaturunterschied in geringerem Maasse, entsteht in einem von dem zu lüftenden Raum abführenden Kanal oder Rohr eine Aufwärtsbewegung der Luft, wenn diese wärmer als die Aussenluft ist. Die Stärke des Auftriebs wechselt mit den Temperatur- und Witterungsverhältnissen, der Effekt dieser Lüftung wird also je nach der Jahreszeit und Witterung sehr verschieden und demnach zu gewissen Zeiten ungenügend sein.

Eine Verstärkung des natürlichen Auftriebs kann nun durch eine künstliche Erwärmung der Luft erzielt werden, indem dadurch der Temperaturunterschied der Innen- und Aussenluft erhöht wird. Eine solche Lufterwärmung lässt sich für die ein- und für die abzuführende Luft anordnen; ersteres wird natürlich nur für die kalte Jahreszeit gelten, und wird dann die von aussen entnommene Luft von den im Arbeitsraum selbst oder ausserhalb desselben in einer besonderen Heizkammer aufgestellten Öfen oder Heizkörpern erhitzt, wodurch sie einen Auftrieb erhält, der sie im zweiten Fall durch Kanäle den höher liegenden Arbeitsräumen zuzuführen vermag.

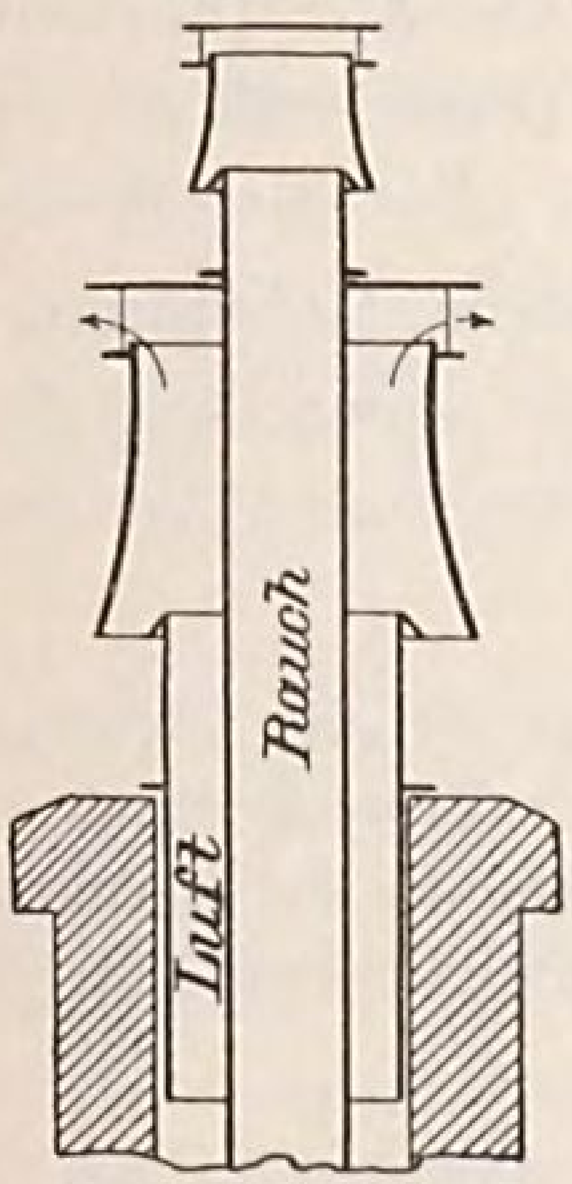
Bei der auf S. 326 erwähnten Heizungs- und Lüftungsanlage für eine Zigarrenfabrik tritt Luft von aussen unter der Wirkung des infolge der Erwärmung durch die Heizkörper entstehenden Auftriebs in die Arbeitsräume; zur Entfernung der verunreinigten Luft sind Abzugskanäle angebracht, deren Wirkung ebenfalls durch Auftrieb entsteht und diejenige der Heizkörper verstärkt.

Die Erwärmung der abzuführenden Luft geschieht dadurch, dass in den Abzugskanal ein sogenanntes Lockfeuer, gewöhnlich eine Gasflamme, oder bei grossen Abzugsschloten, welche die Luft aus mehreren Räumen gemeinsam ableiten sollen, ein Lockofen angebracht wird, dessen Rauchgase dann entweder unmittelbar in den Abzugsschlot treten oder durch ein besonderes Rauchrohr in diesem bis über das Dach oder nur bis zu einer gewissen Höhe geführt werden. Sind die Arbeitsräume mit Dampf- oder Wasserheizung versehen, so kann zur Erwärmung der abzuführenden Luft im Abzugsschlot ein Dampf- oder Wasserheizkörper angebracht werden; allerdings kann dann die Verstärkung des Auftriebs nur während des Winters, wenn die Heizungsanlage im Betrieb ist, er-

folgen, während eine Lockflamme oder ein besonders gefeuerter Lockofen auch im Sommer zur Erzielung des notwendigen Luftwechsels benutzt werden kann.

Eine andere, nicht selten bei grossen Betrieben angewendete Art der Erwärmung der abzuführenden Luft besteht darin, dass in den die Abluft aus mehreren oder allen Arbeitsräumen aufnehmenden Abzugsschlot die heissen Rauchgase der Kesselfeuerungen oder der Feuerungsanlage einer etwa vorhandenen Zentralheizung u. dgl. geleitet werden oder dass der Rauchabzug als eisernes, in seinem unteren Teil zur Erhöhung der Wärmeabgabe auch wohl geripptes Rohr in dem Abzugsschlot bis zu einer gewissen Höhe oder bis über das Ende desselben hinaus hochgeführt wird. Die letztere Anordnung ergiebt die verhältnismässig geringste Wärmeabgabe der Rauchgase an die Abluft, aber sie vermeidet die Gefahr, dass bei einem durch Winddruck vielleicht entstehenden Rückstau Rauch durch den Abluftschlot und die an denselben anschliessenden Abluftkanäle in die zu lüftenden Räume gelangt und dass der Abzug der Rauchgase eine zu erhebliche Hemmung erfährt.

Fig. 142.



Luftabführung durch Erwärmung und Wolpert'schen Saugkopf.

Eine Anordnung der Art, dass das Rauchrohr über den Abluftschlot hinausgeführt ist, zeigt Fig. 142; um ungünstig wirkende Windeinflüsse zu vermeiden, sind beide Kanäle mit Wolpert'schen Schlotaufsätzen versehen, die auch noch die äussere Windströmung zur Verstärkung des Abzugs wirksam machen (vergl. S. 345).

Führen die Abzugskanäle aus den Arbeitsräumen getrennt aufwärts, so wird manchmal eine Erwärmung der Abluft auch dadurch bewirkt, dass die Abzugskanäle in den Gebäudewänden dicht neben die Rauchabzüge von vorhandenen Feuerungsanlagen gelegt werden; hierbei ist dafür zu sorgen, dass die zwischen den Luft- und Rauchkanälen stehenden Mauerzungen dicht hergestellt sind, damit nicht Rauch in die Luftkanäle gelangen kann.

Wenn die Arbeitsräume mit Leuchtgas beleuchtet werden, so können zur Erwärmung der abzuführenden Luft auch die Gasflammen und die heissen Verbrennungsgase derselben benutzt werden. Es wird dann in der Decke oder dicht unter ihr ein Abzugskanal angebracht, der die Verbrennungsgase und die abziehende Luft aufnimmt und in einen Rauchabzug oder ein über Dach führendes Rohr leitet. Die Gestaltung dieser Einrichtung richtet sich nach der Art der Gaslampe. Es sind insbesondere von französischen und englischen Technikern manche zweckmässige Konstruktionen solcher Lüftungseinrichtungen angegeben und

zur Ausführung gebracht worden.[1]) Auch der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern hat sich mit der Lüftung beleuchteter Räume eingehend beschäftigt und die Frage wiederholt zum Gegenstand einer Preisaufgabe[2]) gemacht; jedoch ist diese Anregung bisher insofern ohne Erfolg geblieben, als keiner der eingelaufenen Bewerbungen ein Preis zuerkannt werden konnte.

Die Benutzung der äusseren Luftströmungen zum Eintreiben frischer oder zum Absaugen verunreinigter Luft erfordert Apparate, welche vom äusseren Luftstrom einen Teil aufnehmen und durch Kanäle dem zu lüftenden Raum zuführen, bezw. solche, die den Wind so ablenken, dass er saugend auf den Abluftkanal wirkt. Um Windanfall und natürlichen Auftrieb zusammenwirkend zur Einführung von frischer Aussenluft zu verwerten, lassen sich geeignet konstruierte Lufteinlasskästen in den Aussenwänden anbringen.

David Grove in Berlin liefert Kästen von quadratischem Querschnitt, die an einer Seite und an der Aussenwandfläche offen sind und verschoben werden können, um durch Veränderung des Eintrittsquerschnittes den Lufteintritt zu regulieren; je nachdem der Kasten mit der offenen Seite in die Wandfläche gesteckt wird, tritt die einziehende Luft nach oben, unten oder nach der Seite in den zu lüftenden Raum ein, so dass die Richtung der einströmenden Luft gegebenenfalls sich ändern lässt. Andere Formen, wie z. B. diejenigen, welche G. Hambruch, C. Geiseler, E. Wille & Co., Danneberg & Quandt, sämtlich in Berlin, liefern, sind mit einstellbaren Leitblechen oder Klappen ausgerüstet, durch welche der Lufteintritt reguliert werden kann.

Abgesehen von diesen Lufteinlasskästen werden die den Windanfall benutzenden Apparate als Bekrönungen von Schloten und Röhren angebracht, welche von dem zu lüftenden Raum aus möglichst lotrecht aufwärts geführt sind. Schliesst das Dach unmittelbar den Arbeitsraum ab oder wird die Abluft desselben zunächst durch Kanäle in den Dachboden geleitet, so werden die Apparate auch unmittelbar auf das Dach gesetzt.

Diese Schlot- und Dachaufsätze sind entweder in allen Teilen unbeweglich oder sie haben bewegbare Teile, deren Einstellung oder Bewegung die beabsichtigte Wirkung hervorruft.

Die Formen der in den Handel kommenden Einblas- und Saugköpfe (auch Pressköpfe bezw. Sauger, Deflektoren genannt) sind äusserst zahlreich; die Wirkung ist eine mehr oder weniger zufriedenstellende, so dass es geraten ist, bei der Auswahl vorsichtig zu sein.

Die Einblasköpfe sind so geformt, dass der auf die Flächen des

[1]) Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1888, S. 1072, 1889, S. 41, 274, 303.

[2]) Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung.

Apparates treffende Windstrom abgefangen und abwärts in den anschliessenden Kanal geleitet wird, aus dem die abgefangene Luft in den zu lüftenden Raum strömt. Solche Vorrichtungen werden z. B. in zweckmässiger Konstruktion von Käuffer & Co. in Mainz, G. Hambruch in Berlin geliefert; diese Formen sind feststehend; bewegliche Einblasköpfe finden sich häufig auf Schiffen und sind mit einer seitwärts gebogenen, trichterförmig ausgebauchten Haube versehen, welche drehbar ist und in die Richtung des Windes gestellt wird; um eine Selbsteinstellung des Apparates zu erhalten, wird derselbe auch manchmal mit einer Windfahne ausgerüstet.

Die Saugköpfe sind entweder so geformt, dass der Wind über die Ausmündung des Abluftrohres weggeführt wird, so dass er auf letzteres saugend wirkt, oder der Wind kann überhaupt nicht in das Innere des Apparates gelangen, sondern wird durch die an diesem vorhandenen Flächen so geleitet, dass er zunächst in dem Apparat eine Saugwirkung erzeugt, die sich dann auf das Abluftrohr fortpflanzt. Für die Gestaltung der feststehenden Saugköpfe ist wesentlich, dass die Saugwirkung bei jeder Windrichtung entsteht und der Wind keinesfalls in den Abluftschlot gelangen kann, da sonst ein Rückstau in diesem entsteht, der eine Rückwärtsbewegung der Abluft zur Folge hätte.

Feststehende Saugköpfe in zweckmässiger Form werden z. B. vom Eisenwerk Kaiserslautern nach der Angabe von Professor Dr. Wolpert, vom Eisenwerk Lauchhammer nach der Angabe von Brüning, von Käuffer & Co. in Mainz, H. Kori in Berlin, W. Born in Magdeburg, Alexander Huber in Köln, von G. Hambruch in Berlin in den Ausführungen von R. Boyle & Co. in London, von Ferd. Bernatz in Speier in den Ausführungen von Hill & Hay in Halifax, von der Deutschen Thonröhrenfabrik Münsterberg i. Schl. geliefert. Der Wolpert'sche Saugkopf ist in Fig. 142 als Bekrönung des Abluftschlotes und des Rauchrohrs dargestellt.

Die drehbaren Saugköpfe sind gewöhnlich mit Windfahne ausgerüstet, welche die seitlich abgehende trichterförmige Ausmündung des Abluftrohres in die Windrichtung stellt.

Eine andere Art von beweglichen Saugköpfen kennzeichnet sich dadurch, dass in dem Abluftrohr ein Schraubenradgebläse gelagert ist, welches durch ein auf gleicher Achse sitzendes, vom Winddruck in Drehung versetztes Rad bewegt wird und dadurch eine Saugwirkung hervorruft. Solche Apparate werden z. B. nach der Konstruktion von Howorth von W. Hanisch & Co. und von Danneberg & Quandt, beide in Berlin, geliefert.

Selten werden Schlotaufsätze angewendet, welche gleichzeitig zum Eintreiben frischer Luft und zum Absaugen der verunreinigten Luft dienen; das nach dem Arbeitsort führende Frischluftrohr und das von ersterem abführende Abluftrohr werden dann neben- oder ineinander angeordnet

und über Dach mit dem Aufsatz bekrönt, dessen einer Teil einblasend und dessen anderer Teil absaugend wirkt. Solche Vorrichtungen werden z. B. von Alexander Huber in Köln, Ferd. Bernatz in Speier nach der Konstruktion von Watson, J. Römheld in Mainz geliefert. Bei diesen Apparaten besteht die Gefahr, dass ein Teil der aus dem Schlotaufsatz entweichenden verunreinigten Luft bei ungünstigen Windströmungen unmittelbar wieder in den Frischluftkanal gelangt.

Alle Schlotaufsätze ohne Unterschied sind mit dem Mangel behaftet, dass sie um so besser wirken, je stärker die Windströmung ist, je mehr also durch Windanfall die natürliche Lüftung ohnehin einen Luftaustausch hervorruft und dadurch die Wirkung der Schlotaufsätze mehr oder weniger überflüssig macht, während bei Windstille, besonders im Sommer, wenn eine kräftige Lüftung der Arbeitsräume erwünscht ist, die einblasende oder saugende Thätigkeit des Apparates nahezu aufhört. Die beweglichen Schlotaufsätze haben noch den Übelstand, dass die Beweglichkeit der betreffenden Teile durch Eis und Schnee, durch Russ, bei stark verunreinigter Abluft oder Aussenluft auch durch Staub leidet und schliesslich ganz aufhört, wobei dann auch das Gegenteil der beabsichtigten Wirkung eintreten kann.

Die feststehenden Saugköpfe werden vielfach nicht zu dem Zweck angebracht, eine besondere Saugwirkung durch Benutzung des Windanfalls zu erzeugen, sondern sollen nur den Eintritt von Wind, Regen und Schnee in den Abluftschlot verhindern, so dass nicht eine Hemmung des durch natürlichen oder künstlichen Auftrieb hervorgebrachten Luftabzugs erfolgt. Für diesen Zweck sind die erwähnten Formen sehr gut geeignet, und kommt dann der Übelstand der unregelmässigen Wirkung nicht in Betracht, da die Luftbewegung durch andere Mittel erzeugt wird und die Luftabführung durch Schieber oder Klappen reguliert werden kann.

Arbeitsräume, welche unmittelbar von einem Dach abgeschlossen sind, werden vielfach durch Dachreiter entlüftet, die wie die feststehenden Saugköpfe entweder auch nur den Zweck haben, den Abzug der verunreinigten Raumluft zu gestatten, ohne dass Wind, Regen, Schnee in den zu lüftenden Raum tritt, oder eine absaugende Wirkung auf die Raumluft äussern sollen. Letzteres ist selten beabsichtigt, meistens werden die Dachreiter nur für den erstgenannten Zweck angebracht und sind dann an ihren seitlichen Öffnungen mit feststehenden, schräg eingesetzten und übereinander greifenden Holzleisten oder Blechstreifen oder mit einstellbaren Klappen, Jalousieen versehen. Bei der Konstruktion dieser Einrichtungen ist besonders darauf zu achten, dass der Eintritt äusserer Luftströme verhütet wird, da dadurch nicht nur der Abzug der unter

dem Dach sich sammelnden verunreinigten Raumluft gehemmt wird, sondern diese auch von dem eintretenden Wind mit niedergerissen und wieder in den Bereich der Arbeitsplätze gebracht werden kann. Ferner ist zu beachten, dass die eingesetzten Leisten den notwendigen Abzugsquerschnitt für die entweichende Luft freilassen und dass bei Anbringung von Klappen diese von bequem zugänglicher Seite je nach dem Lüftungsbedarf eingestellt werden können.

Friedrich Bode teilt zwei Formen amerikanischer Ausführungen mit,[1]) bei welchen zu beiden Seiten des Dachreiters je eine oder zwei Klappen übereinander angebracht sind, die um ihre untere Kante sich nach auswärts drehen können. Die gegenüberliegenden Klappen sind durch leichte Stangen verbunden, an denen abwärts hängende Hebel angreifen, welche an Querhölzern des Dachgebälkes gelagert sind und eine Ausbalanzierung der Klappen bewirken. Durch den Windanfall werden die Klappen der einen Seite selbstthätig geschlossen, wodurch diejenigen der anderen Seite sich öffnen, so dass dort die Abluft ungehindert entweichen kann, indem die geschlossenen Klappen dem Wind keinen Eintritt gewähren.

Bei der Benutzung des natürlichen und künstlich verstärkten Auftriebs sowie der äusseren Windströmungen können grosse Kräfte zur Bewegung der Luft nicht erzeugt werden; es lassen sich also dabei grössere Widerstände, welche die ein- und abzuführende Luft auf ihrem Wege durch die zu lüftenden Räume, dann durch die Leitungskanäle u. dgl. findet, nicht überwinden; ferner lassen sich grosse Luftmengen nicht bewegen und grosse Luftgeschwindigkeiten nicht erzeugen. Auch ist, wie erwähnt, der Effekt dieser Lüftungsarten mehr oder weniger von den Witterungsverhältnissen abhängig und daher nicht unter allen Umständen der hygienischen Forderung eines bestimmten Luftwechsels entsprechend. Diese Übelstände und Nachteile werden beseitigt durch die Verwendung von Gebläsen. Für die Lüftung von Arbeitsräumen kann in vielen Fällen von Gebläsen deshalb leicht Gebrauch gemacht werden, weil der Betrieb derselben durch ohnehin vorhandene Einrichtungen leicht zu erhalten ist. Von den verschiedenen Arten von Gebläsen werden zur Lüftung meistens Radgebläse (Ventilatoren, Exhaustoren), seltener Strahlgebläse benutzt.

Die Radgebläse werden als Schraubenrad- (Schraubenventilatoren) oder als Schleudergebläse (Zentrifugalventilatoren) ausgeführt; erstere sind mit schräg gestellten, ebenen oder schraubenförmig gekrümmten Flügeln ausgerüstet, welche bei der Drehung des Rades schiebend auf die Luft wirken; die Schleudergebläse haben radial gestellte, ebene oder gekrümmte Flügel und erteilen der an der Achse

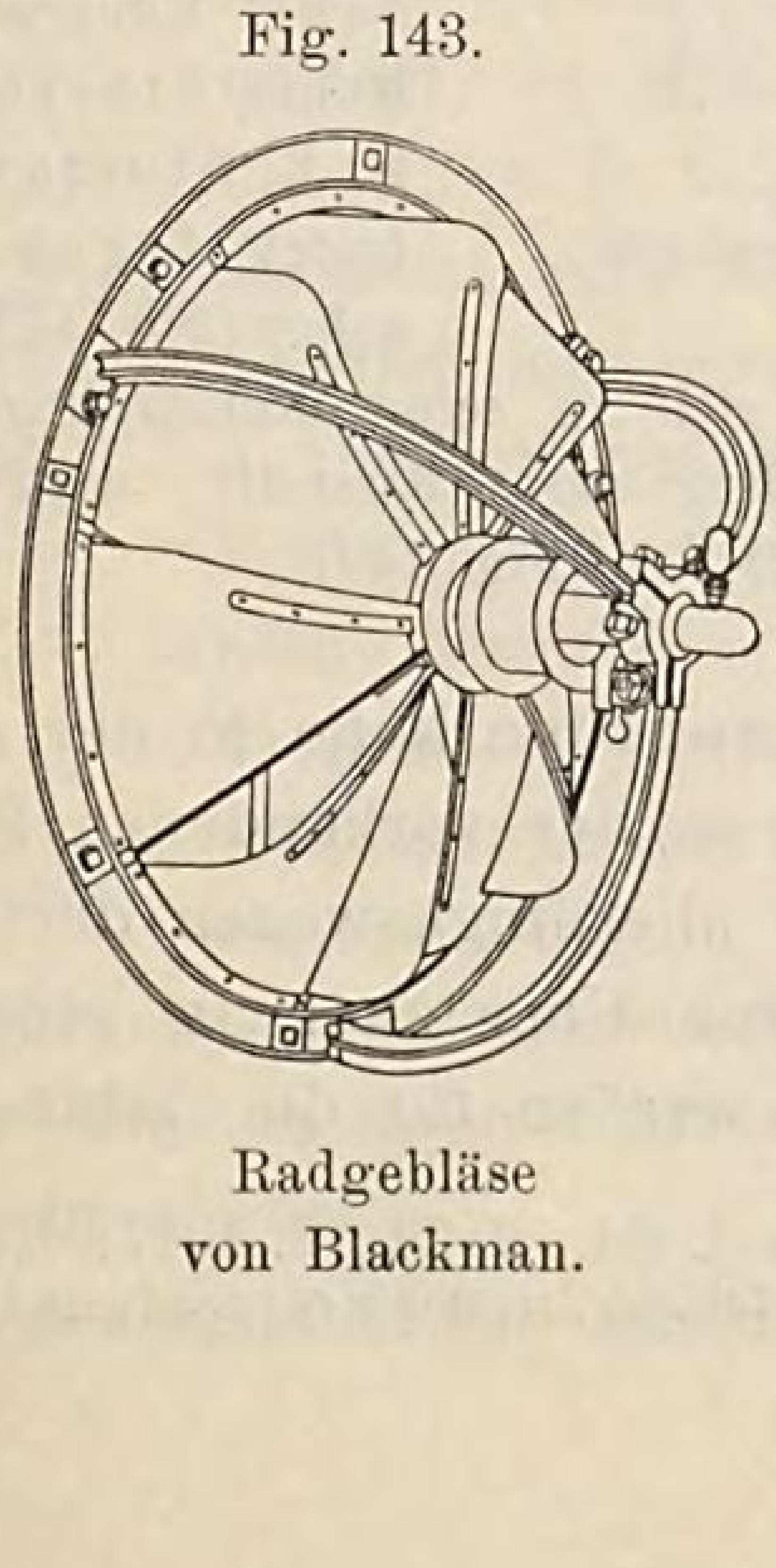
[1]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1889, No. 41, S. 91.

eintretenden Luft durch die Zentrifugalkraft eine Geschwindigkeit, mit welcher die Luft, die am Radumfang austritt und in einen anschliessenden Kanal strömt, die Bewegungswiderstände zu überwinden vermag.

Die Schraubenradgebläse sind gewöhnlich bequemer anzuordnen als Schleudergebläse, da sie quer in eine Wand oder einen Kanal eingesetzt werden können, während bei den Schleudergebläsen die Luftzu- und Abführung besondere Rohr- und Kanalbildungen verlangt. Jedoch haben die Schraubenradgebläse der gewöhnlich verwendeten Form einen sehr geringen Wirkungsgrad, d. h. das Verhältnis der Arbeitsleistung, welche durch die Bewegung der Luft erhalten wird, zu der aufzuwendenden Betriebsarbeit ist gering, gewöhnlich nur $^1/_5$—$^1/_3$; der Wirkungsgrad der guten Bauarten der Schleudergebläse ist höher, etwa $^3/_{10}$—$^2/_3$, so dass diese zur Lieferung einer gewissen Luftmenge weniger Betriebskraft erfordern als die Schraubenradgebläse. Letztere ergeben keine grossen Luftdrucke, der Unterschied in der Pressung der vom Gebläse fortgeschobenen und der von ihm angesaugten Luft kann bei den gebräuchlichen Bauarten höchstens 100 mm Wassersäule betragen, was allerdings in den meisten Fällen zur Überwindung der Widerstände der Luftbewegung ausreicht, wenn nicht grosse Luftgeschwindigkeiten erzeugt werden sollen, die grösseren Luftdruck erfordern; hierfür sind dann Schleudergebläse anzuordnen.

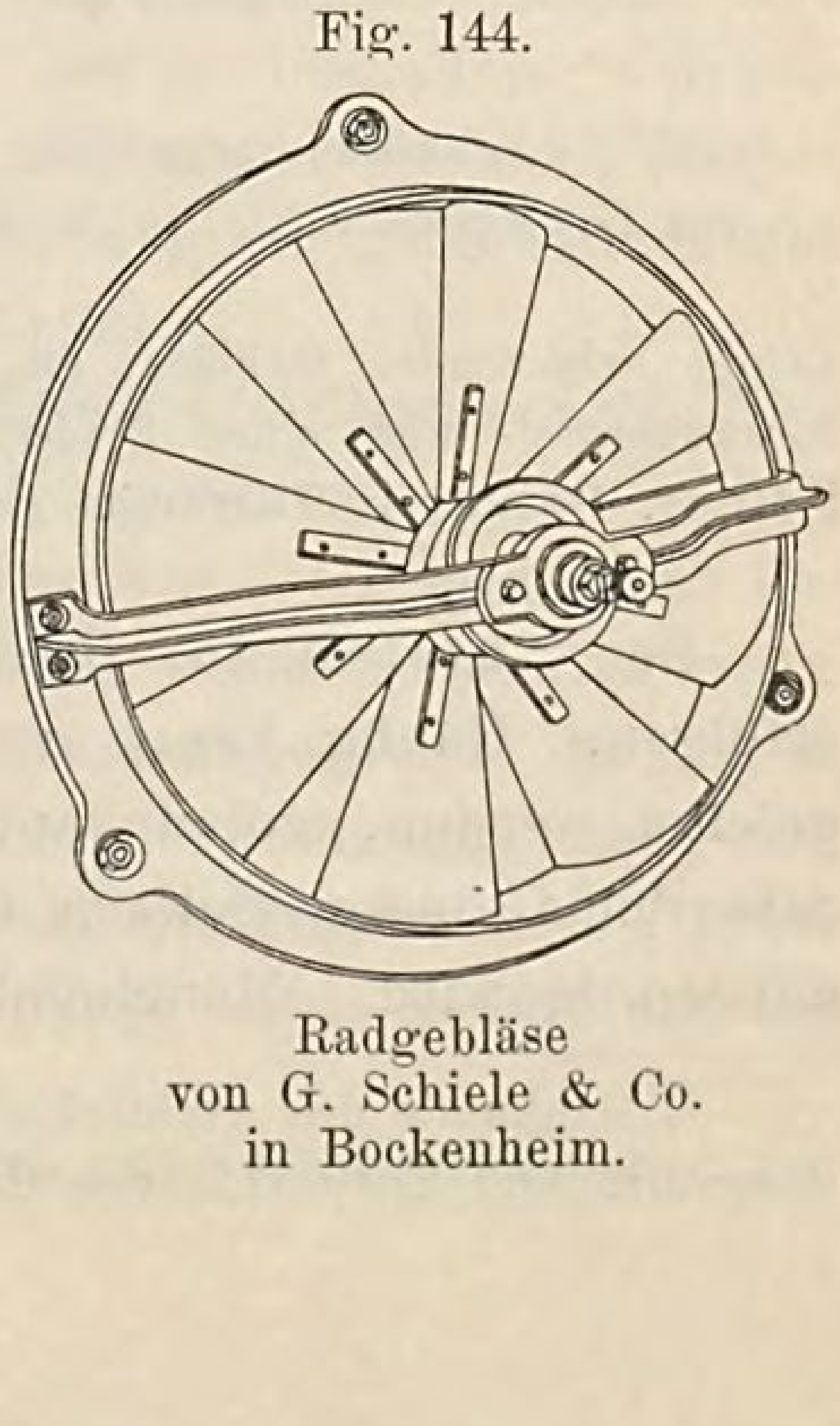
Besonders zu beachten ist, dass die in den Prospekten der Verfertiger angegebenen, von den Radgebläsen bei bestimmter Umdrehungszahl derselben gelieferten Luftmengen manchmal nur für den praktisch nicht vorkommenden Fall richtig sind, dass das Gebläse aus freier Luft saugt und wieder in freie Luft bläst, dass also besondere Widerstände in der Zu- und Ableitung der Luft nicht vorhanden sind; mit der Grösse dieser Widerstände muss natürlich die vom Gebläse erzeugte Pressung grösser sein, und die gelieferte Luftmenge wird kleiner; in manchen Prospekten ist auch die Luftlieferung für verschiedene Luftpressung angegeben.

Fig. 143.



Radgebläse von Blackman.

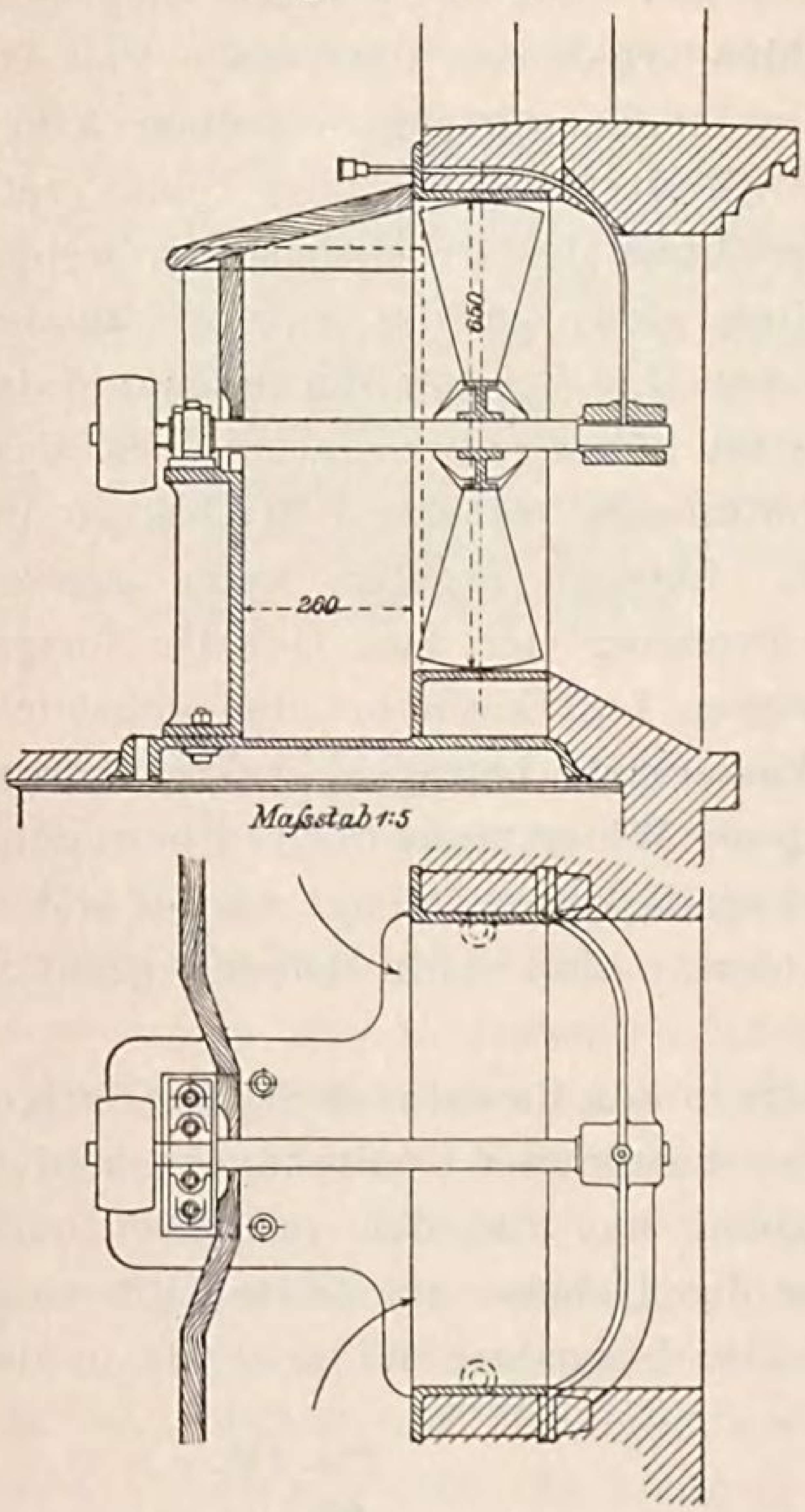
Fig. 144.



Radgebläse von G. Schiele & Co. in Bockenheim.

Immerhin wird sich empfehlen, von dem Verfertiger eine Gewähr dafür zu verlangen, dass das Gebläse unter den gegebenen Verhältnissen die erforderliche Luftmenge liefert.

Fig. 145 u. 146.



Schraubenradgebläse
von G. Schiele & Co. in Bockenheim.

Zu den besten Formen der Schraubenradgebläse gehören diejenigen, welche David Grove in Berlin nach der Konstruktion von Blackman (Fig. 143), Gg. Kiefer in Feuerbach-Stuttgart nach der Angabe von Aland, ferner G. Schiele & Co. in Bockenheim (Fig. 144), Emil Kelling in Dresden liefern. Für grosse Abmessungen empfiehlt sich das von Heger in Wien angegebene, mit besonderem feststehenden Leitrad versehene Radgebläse.[1]) Die gebräuchlichste Form der Schraubenradgebläse mit ebenen, schrägstehenden Schaufelflächen, wie sie z. B. von Schiele & Co. hergestellt wird, ist in Fig. 145 und 146 angedeutet, welche die bei der Heizungs- und Lüftungsanlage der Glanzpapierfabrik von A. Bergmann & Co. in Leutzsch (vergl. S. 360) gewählte Anordnung darstellen, wobei das Schraubenrad die verunreinigte Luft absaugt und ins Freie bläst.

Gute Bauarten von Schleudergebläsen sind z. B. von Rittinger, Guibal, Kley, Geisler (geliefert von Ingenieur F. A. Geisler in Düsseldorf), Capell (ausgeführt von R. W. Dinnendahl, Kunstwerkerhütte bei Steele a. d. Ruhr), Sturtevant (angefertigt von der B. F. Sturtevant Co. in Boston, Vertreter Jakob Geub in Berlin) angegeben (Fig. 147 und 148). Ein mit bestem Erfolg arbeitendes Gebläse, das sich in seiner Konstruktion als Vereinigung eines Schraubenrad- und eines Schleudergebläses darstellt, wird von dem Zivilingenieur Friedr. Pelzer in Dortmund geliefert (Fig. 149).

Der Antrieb der Radgebläse kann in der verschiedensten Weise erfolgen. Häufig kann er von der vorhandenen Fabriktransmission abgeleitet werden, wobei dann allerdings wegen der grossen Umdrehungszahl der Gebläse vielfach eine Umsetzung in grössere Geschwindigkeit notwendig wird. Manchmal werden für die Gebläse besondere Antriebs-

[1]) Baukunde des Architekten I. Bd., 2. Tl., S. 1047; Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Heizungs- und Lüftungsanlagen, II. Teil.

maschinen angeordnet und raschlaufende Dampfmaschinen, Turbinen, Gaskraftmaschinen, Luftmotoren, Elektromotoren unmittelbar mit der Flügelwelle verbunden. Die Radgebläse mit elektrischem Antrieb finden neuerdings immer mehr Anwendung, da der zum Betrieb notwendige Elektromotor wenig Platz einnimmt und daher leicht angebracht werden kann und da die bequeme Zuführung des elektrischen Stromes die Aufstellung des Gebläses an jedem Orte, z. B. in der Decke des zu lüftenden Raumes, in hochgelegenen Abzugsschloten unschwer gestattet. Bei der Gestaltung des Antriebs ist gewöhnlich darauf Rücksicht zu nehmen, dass je nach Bedarf verschiedene Luftmengen bewegt werden können; erfolgt der Antrieb unmittelbar durch eine Kraftmaschine, so lässt sich die Umdrehungszahl dieser entsprechend regulieren; wird aber das Gebläse von einer vorhandenen Transmission, welche gleiche Geschwindigkeit behält, aus bewegt, so muss durch besondere Vorrichtungen, z. B. bei Riemenantrieb durch Stufenscheiben, eine Änderung der Umdrehungszahl möglich gemacht sein.

Fig. 147.

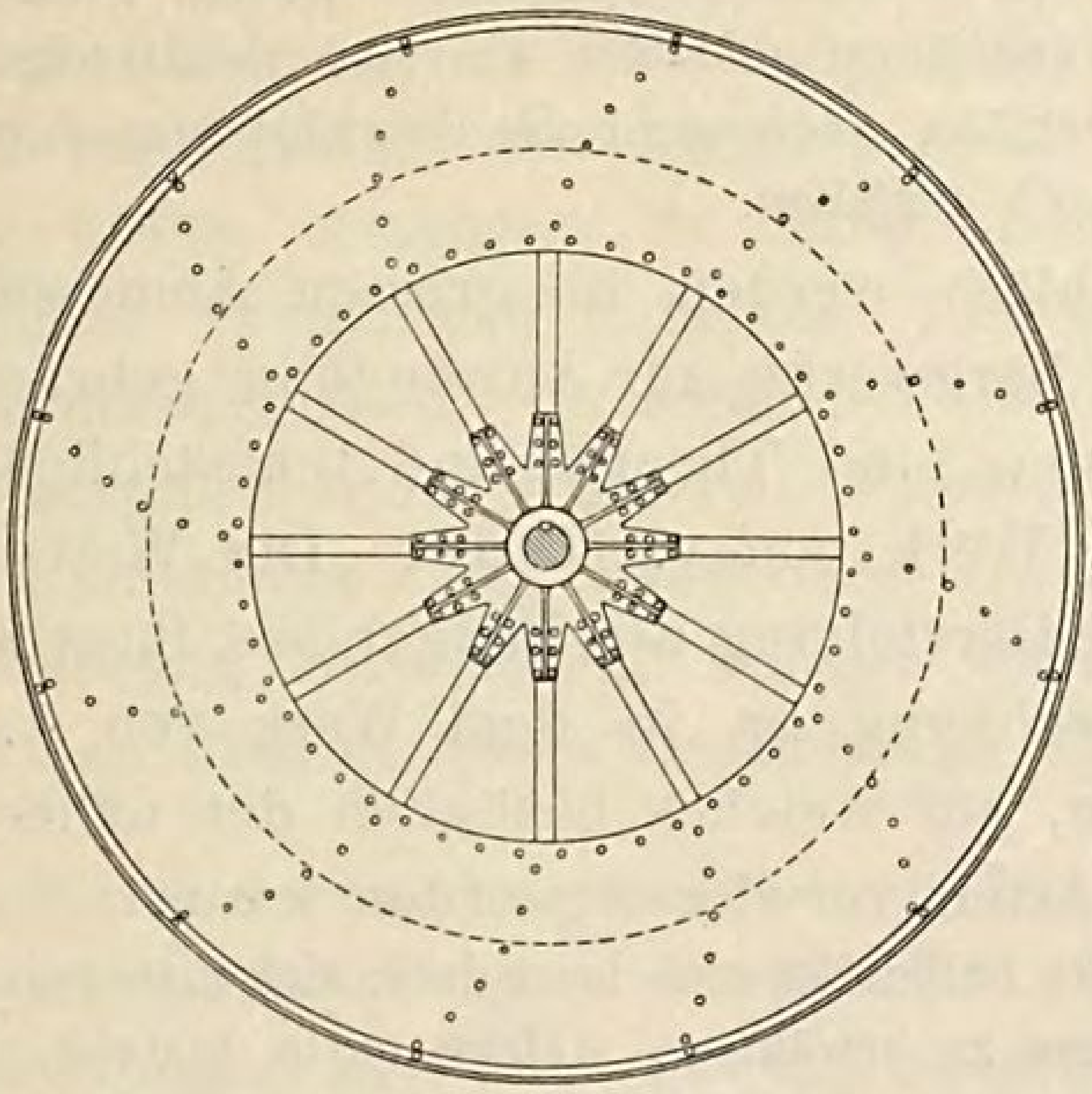
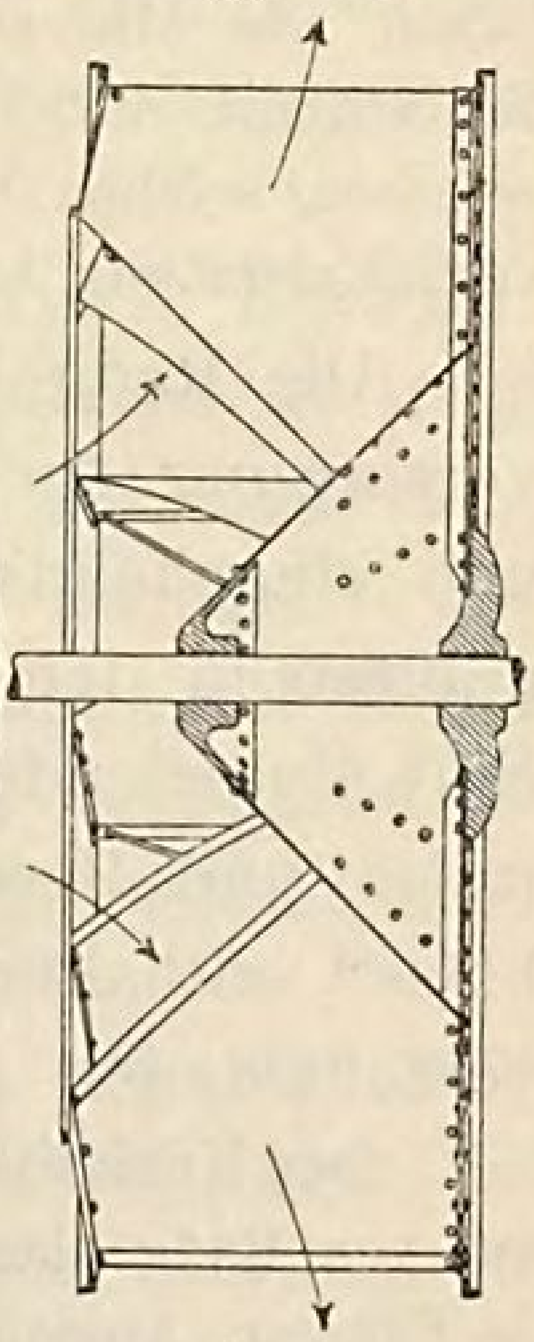
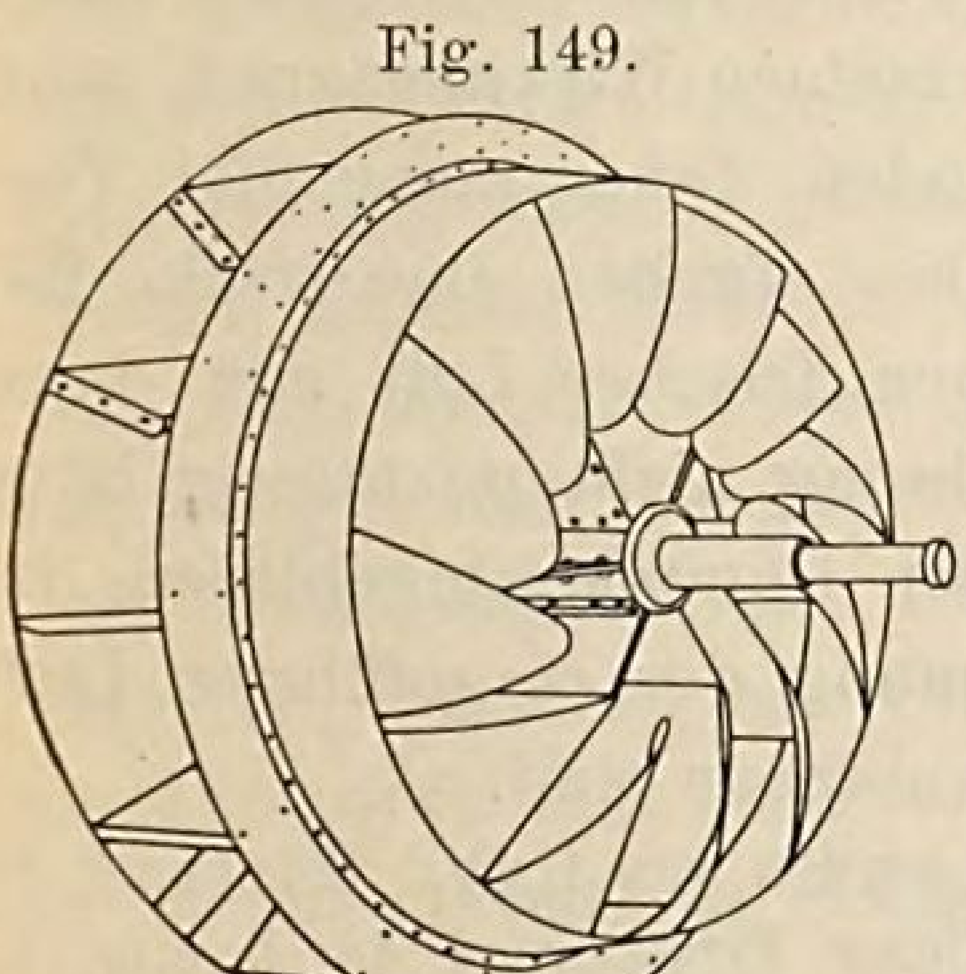


Fig. 148.



Radgebläse von Sturtevant.

Fig. 149.



Radgebläse von Fr. Pelzer in Dortmund.

Schraubenradgebläse können durch Umkehrung der Drehungsrichtung abwechselnd zum Eintreiben frischer Luft und zum Absaugen verunreinigter Luft benutzt werden, was manchmal zweckmässig sein kann; in diesem Falle muss der Antrieb auch entsprechend gestaltet werden, z. B. kann bei Riemenantrieb ein offener und ein geschränkter Riemen angeordnet und je nach Bedarf auf die Antriebsscheibe gebracht werden.

Eine besondere Beachtung finden auch die Radgebläse, welche un-

mittelbar durch einen Wassermotor getrieben werden, der sein Aufschlagwasser durch eine Wasserleitung erhält.

Solche Gebläse werden z. B. von Treutler & Schwarz in Berlin unter dem Namen „Aërophor" und von der Aktiengesellschaft Schäffer & Walcker in Berlin unter der Bezeichnung „Kosmoslüfter" in den Handel gebracht. Diese Gebläseformen haben wie alle anderen Schraubenradgebläse keinen grossen Wirkungsgrad, aber die Einfachheit der Aufstellung und des Antriebs rechtfertigt in vielen Fällen die Anwendung solcher Gebläse, wenn nicht die Betriebskosten durch hohen Preis des Wassers verhältnismässig hoch ausfallen.

Die Radgebläse werden in grossen Abmessungen bei der Wetterversorgung der Bergwerke zur Anwendung gebracht; am vollständigsten und eingehendsten sind Theorie und thatsächlicher Effekt solcher Radgebläse in dem Werk von v. Hauer „Die Wettermaschinen" behandelt. Eine eingehende Darstellung der Radgebläse, ihrer Konstruktion, Wirkungsweise und Berechnung ist in dem Werk von A. v. Ihering „Die Gebläse" enthalten, auf welches bezüglich der näheren Kenntnisnahme der verschiedenen Arten verwiesen werden kann.

Der Kuriosität halber ist eine besondere, sich manchmal vorfindende Verwendungsart von Radgebläsen zu erwähnen, welche darin besteht, dass kleine Schraubenräder in Fenster, Aussenwände oder Luftabzugskanäle eingesetzt werden, ohne dass sie einen besonderen Antrieb erhalten. Diese Rädchen drehen sich dann wohl und mögen dadurch den Anschein erwecken, dass sie die verunreinigte Luft absaugen; es ist dies aber keineswegs der Fall, denn umgekehrt treibt die Luft, die ohnehin durch die betreffende Öffnung entweicht, das Rädchen, das also völlig nutzlos ist und nur den vorhandenen Luftabzug hemmt.

Die Strahlgebläse wirken dadurch, dass ein unter Druck ausströmender Dampf-, Wasser- oder Luftstrahl Luft mit fortreisst. Diese Gebläse arbeiten nicht ohne Geräusch, haben kleinen Wirkungsgrad, sind jedoch in ihrer Anbringung einfach und finden daher manchmal Verwendung. Die Dampf- und Wasserstrahlgebläse ergeben eine starke Befeuchtung der Luft, so dass sie zum Eintreiben frischer Luft nur dann zu verwenden sind, wenn eine solche Anfeuchtung nicht unzulässig oder sogar erwünscht ist (vergl. S. 373); bei den Dampfstrahlgebläsen ist auch noch zu beachten, dass sie eine Erwärmung der eingeführten Luft ergeben, also während des Sommers nicht benutzbar sind.

Besonders zweckmässig gestaltete Strahlgebläse werden von Gebr. Körting in Hannover geliefert; bei den Wasserstrahlgebläsen dieser Firma wird durch eine in einer Düse festsitzende Schraubenfläche das unter Druck durchströmende Wasser in drehende Bewegung versetzt, so dass es vermöge der Fliehkraft beim Verlassen der Düse in feinste Teile auseinandergerissen, also zerstäubt wird. Die sonst noch gebräuchlichen Wasserstrahlgebläse sind mit Brausen versehen, aus deren feinen Öffnungen das Wasser austritt. Bei dem von Mestern angegebenen, z. B. von Sebastian Schneider in München hergestellten sogenannten „Hygiea-Wasserdruckventilator" ist eine mit feinen Löchern versehene, mit einer unter Druck stehenden Wasserleitung in Verbindung stehende Brause in einem Blechrohr angebracht. Der von A. Claus & Co.

in Berlin nach der Angabe von Lutzner angefertigte „Viktoria-Ventilator“ enthält in einem Rohr eine Brause, die mit drei schräg gegeneinander gerichteten feinen Kanälen versehen ist; die austretenden Wasserstrahlen treffen sich in einem Punkt und zerstäuben dadurch.

Die Wasserstrahlgebläse werden manchmal auch so angebracht, dass sie abwechselnd zum Eintreiben frischer Luft oder zum Absaugen verunreinigter Luft dienen können; sie sind dann mit zwei Brausen ausgerüstet, von denen je nach Bedarf eine geöffnet wird.

Die Luftstrahlgebläse erfordern zu ihrem Betriebe Druckluft, welche z. B. in manchen chemischen Fabriken, für gewisse Gesteinsbohrmaschinen ohnehin erzeugt wird. In solchen Fällen wie auch dann, wenn die Druckluftversorgung eines grösseren Bezirkes für Kraft- und andere Zwecke, wie in Offenbach a. M., angeordnet ist, kann die Druckluft vorteilhaft zur Lüftung Anwendung finden; eine besondere Erzeugung der Druckluft zu diesem Zweck rechtfertigt sich jedoch nicht.

Es ist schon eingehend darauf hingewiesen worden, dass die natürliche Lüftung keine zufriedenstellenden Verhältnisse schafft und dass daher besondere Einrichtungen in vielen Fällen notwendig werden, die sich allerdings nicht immer in einfacher Weise gestalten lassen, so dass oft erhebliche Kosten für die Herstellung und den Betrieb aufzuwenden sind. Die Lüftung durch künstlich verstärkten Auftrieb oder durch Benutzung der äusseren Windströmungen ergiebt auch nur in seltenen Fällen genügende Wirkung. Am sichersten lässt sich eine ausreichende Lufterneuerung durch Verwendung von Gebläsen erzielen, von denen sich die Radgebläse besonders empfehlen, da sie meistens von ohnehin vorhandenen Transmissionen aus ohne besondere Schwierigkeiten und höhere Kosten angetrieben werden können und auf die Beschaffenheit der Luft keinen Einfluss üben.

Für die Wahl der Lüftungsart ist die Entscheidung der Frage, ob Saug- oder Drucklüftung oder beides zugleich angeordnet werden soll, ausschlaggebend. Die Lüftung allein durch Absaugen der verunreinigten Raumluft zu bewirken, ist nur dann zweckmässig, wenn sicher darauf gerechnet werden kann, dass die in die Arbeitsräume infolge des in ihnen durch die Saugwirkung entstehenden Unterdrucks dringende Luft rein ist, also von Orten stammt, woselbst eine Verunreinigung ausgeschlossen ist. Diese Bedingung wird in den seltensten Fällen erfüllt sein; meistens wird die eindringende Luft zweifelhafte Beschaffenheit besitzen. Jedenfalls sollte, wenn aus Gründen der Sparsamkeit die Räume nur mit Abzugskanälen versehen werden, wenigstens eine unmittelbare Zuführung der Aussenluft durch Kanäle, welche die Aussenwände durchdringen, ermöglicht sein.

Die Drucklüftung giebt im allgemeinen bessere Resultate als die Sauglüftung, da dann eine Zuführung reiner Luft sicher erhalten werden kann; nur ist darauf zu achten, dass in aneinander liegenden Räumen nicht verschiedener Luftdruck entsteht, da sonst wieder Luft, die verunreinigt sein kann, aus einem Raum in den anderen tritt. Ferner ist zu verhindern, dass durch Luftströme, welche in den gelüfteten Räumen oder bei offenstehenden Thüren auch in den Treppenhäusern und dergl. entstehen, eine Saugwirkung auf Räume, z. B. Aborte, ausgeübt wird, welche Verunreinigungen zuführt. Auch ist noch zu bemerken, dass die Drucklüftung nur durch Anwendung von Gebläsen erzielt werden kann.

Bei der Anordnung der Drucklüftung wird es meist ausreichen, nur frische Luft zuzuführen; die verunreinigte Raumluft wird dann durch Undichtheiten der Raumumschliessung entweichen. Wenn jedoch dabei die Gefahr besteht, dass diese entweichende Luft in andere Arbeits- oder Geschäftsräume dringen kann, so muss für die Entfernung der verunreinigten Luft ein weniger Widerstand bietender Weg durch Anbringung besonderer Abluftkanäle, Dachreiter, Wandöffnungen geschaffen werden.

Neben der künstlichen Eintreibung frischer Luft auch noch durch besondere Einrichtungen die verunreinigte Luft abzusaugen, wird für Arbeitsräume nur dann notwendig, wenn die Luft in denselben durch Dämpfe, Gase, Staub, Rauch besonders verunreinigt wird und es sich nach Lage der gegebenen Verhältnisse als notwendig herausstellt, diese Verunreinigungen sicher und rasch zu entfernen.

Bei allen Lüftungsarten ist ganz besonders darauf zu achten, dass die Luftströmung sich in möglichst gleichmässiger Weise auf alle Teile des Arbeitsraumes, jedenfalls aber auf diejenige Zone desselben erstreckt, in welcher die Arbeiter sich aufhalten, und dass ferner keine belästigenden Zugerscheinungen (vergl. S. 338) auftreten. Es kann beides durch eine möglichst gleichmässige Verteilung der Luftzu- und Abführung erreicht werden, und hierzu ist es meistens notwendig, an möglichst vielen Stellen die Ein- und Abführung zu bewirken. Bei Anwendung von Gebläsen zur Absaugung wird daher zu erwägen sein, ob nicht zur Verteilung der Luftbewegung die Aufstellung einer grösseren Zahl solcher Maschinen notwendig ist.

Die G e s c h w i n d i g k e i t, mit welcher die Luft durch die Zu- und Abführungskanäle geleitet wird, ergiebt sich aus der Kraft, welche die Bewegung hervorruft, und den Widerständen, welche diese Bewegung findet. Wird die Luftbewegung allein durch natürlichen Auftrieb erzeugt, so lassen sich nur kleine Geschwindigkeiten erzielen und diese auch nur dann, wenn die Widerstände gering sind; um letzteres zu erreichen, müssen die Kanäle und Röhren, in welchen die Luft sich bewegt,

möglichst kurz und glatt sein; wagerechte Strecken ergeben nur Widerstände und keinen Auftrieb, sind also möglichst zu vermeiden und dürfen, wenn sie ausgeführt werden müssen, nur geringe Längen haben; zur Zurücklegung wagerechter Entfernungen empfiehlt es sich, möglichst schräg ansteigende Kanal- und Rohrführung anzuwenden. Die zu erheblichen Widerständen Veranlassung gebenden Biegungen und Abzweigungen in den Kanälen und Röhren sind so zu gestalten, dass die Luft allmählich von der einen in die andere Richtung übergeführt wird.

Bei Verwendung künstlich verstärkten Auftriebs hängt die Grösse der entstehenden Luftgeschwindigkeit von der Stärke der Lufterwärmung und den Bewegungswiderständen ab; letztere müssen daher durch geeignete Anlage der Kanäle wieder möglichst gering gestaltet werden. Die Lufterwärmung ist, wenn sie sich auf die zugeführte Luft bezieht, dadurch begrenzt, dass zu heisse Luft unangenehm und selbst schädlich wirkt, ferner auch zu einer Überheizung des Raumes führen kann; es wird daher die Temperatur der Luft bei Luftheizungen (vergl. S. 317) höchstens zu 50^0 angenommen. Die Erwärmung der abzuführenden Luft lässt sich wohl so steigern, dass grössere Luftgeschwindigkeiten erzeugt werden, aber es werden dann die Betriebskosten durch Brennstoffaufwand grösser als bei Anwendung von Radgebläsen.

Durch Gebläse lassen sich grosse Luftgeschwindigkeiten hervorbringen, die den erheblichen Vorteil gegenüber geringer Geschwindigkeit haben, dass sie kleine Kanal- und Rohrquerschnitte ergeben, die verhältnismässig leicht, auch in alten Gebäuden, unterzubringen sind. In Deutschland werden gewöhnlich Luftgeschwindigkeiten von 2 bis 3 m in der Sekunde angenommen und das Gebläse danach berechnet; ausnahmsweise wird bis zu 4 m gegangen. Die wiederholt erwähnte B. F. Sturtevant Co. in Boston verwendet für breite Fabrikgebäude eine Geschwindigkeit von 7 bis 10 m, für schmale eine solche von 6 bis 8 m; in Gebäuden, die nachträglich mit Lüftung versehen werden und bei denen deshalb möglichst enge Luftröhren gewünscht werden, wird die Luftgeschwindigkeit bis auf 15 m gesteigert. Solche grossen Geschwindigkeiten ergeben natürlich bedeutende Widerstände, da diese dem Quadrat der Geschwindigkeit nahezu proportional sind; es ist daher im einzelnen Fall zu erwägen, ob die Anlage enger Kanäle, welche zu einer grösseren Betriebskraft führen und demnach eine etwas grössere Gebläseanlage und höhere Betriebskosten für diese erfordern, zweckmässiger ist als die Anlage weiter Kanäle, welche andererseits unter Umständen bauliche Schwierigkeiten verursachen und aus diesem Grunde grössere Anlagekosten ergeben. Im allgemeinen werden besonders für die Heizung und Lüftung von Arbeitsräumen grössere Luftgeschwindigkeiten nicht zu scheuen sein,

da der Nachteil der grösseren Gebläseanlage hierbei weniger Bedeutung hat und von den erwähnten Vorteilen, zu denen noch die bessere Ausnutzung der Heizflächen (vergl. S. 321) kommt, mehr als ausgeglichen wird. Der genannte Nachteil verschwindet übrigens, wenn ein Schleudergebläse angewendet wird, das gegenüber den bei kleinen Luftgeschwindigkeiten üblichen Schraubenradgebläsen höheren Wirkungsgrad besitzt und daher verhältnismässig weniger Betriebskraft als diese braucht.

Die Mündungen der Luftleitungen in dem zu lüftenden Raum sind so anzubringen, dass bei den Frischluftzuführungen die austretende Luft nur mit geringer Geschwindigkeit in die Zone, in welcher die Arbeiter sich aufhalten, gelangt und dass auch auf dem Wege zu den Abluftkanälen nicht Luftströme von erheblicher Geschwindigkeit sich bilden, die auf Personen treffen können. Wird die Luft dicht unter der Decke eingeführt, so breitet sie sich an derselben aus und sinkt dann langsam nieder, ohne dass lästige Einzelströme entstehen. Dabei kann die Geschwindigkeit, mit der die Luft den Zuleitungen entströmt, beträchtlich und gleich derjenigen in den letzteren sein; es ist dies sogar vorteilhaft, da dann die Luft sich gleichmässiger über den Raum verbreitet. Die Ableitung der verunreinigten Luft wird im allgemeinen dicht über dem Fussboden zu erfolgen haben. Die Einführung der Frischluft über den Köpfen der Arbeiter hat noch den Vorteil, dass der in den Arbeitsräumen am Fussboden sich ablagernde Staub nicht durch eingeführte Luft aufgewirbelt wird. Jedoch ist es nicht zweckmässig, die Luftbewegung von oben nach unten zu erzeugen, wenn in den oberen Schichten des Raumes starke Verunreinigungen, von der künstlichen Beleuchtung oder von Arbeitsprozessen herrührend, sich sammeln; es würde dann die eintretende Luft diese Verunreinigungen wieder in den Atmungsbereich der Arbeiter bringen. Auch wenn in dem Arbeitsraume sich viele Personen aufhalten, wird es insbesondere im Sommer notwendig, eine Ableitung der verunreinigten Luft unmittelbar unter der Decke zu bewirken. Die Abluftkanäle werden daher häufig so hergestellt, dass sie mit zwei Mündungen übereinander versehen sind; die untere wird gewöhnlich benutzt, die obere dann, wenn die unmittelbare Ableitung unterhalb der Decke erwünscht ist. Besser ist es jedoch, eine getrennte Ableitung herzustellen, so dass im Bedarfsfalle die verunreinigte Luft gleichzeitig unten und oben abgeführt werden kann. Die Anordnung der Kanäle erfordert also in jedem Falle eine besondere Überlegung, und der Misserfolg vieler Lüftungsanlagen ist darauf zurückzuführen, dass in dieser Beziehung Fehler gemacht worden sind.

Die Luftleitungen sollen, wie schon erwähnt, immer möglichst glatt sein, damit die Luft wenig Widerstand bei ihrer Bewegung findet.

Ferner müssen die Wandungen dicht sein, damit nicht Luft entweichen, bezw. von aussen zudringen kann; auch ist bei der Herstellung der Kanäle darauf zu achten, dass sie nicht nachträglich durch Risse undicht werden. Gemauerte Kanäle werden zweckmässig aus glatten, harten, womöglich glasierten Ziegeln mit glatt gestrichenen Fugen, wohl auch mit geglättetem Zementputz versehen, hergestellt; gewöhnlicher Putz giebt Anlass zum Festsetzen von Staub und ist daher nicht zu verwenden. Holzkanäle sollten zur Verminderung der Feuersgefahr und Erzieluug dichter Wandungen mit Zinkblech ausgeschlagen werden. Zur nachträglichen Unterbringung von Luftleitungen in Arbeitsräumen eignen sich verzinkte Eisenblechrohre besonders gut, wie sie von der Sturtevant Co. verwendet werden. Glasierte Thonröhren werden auch mit Erfolg derart verwendet, dass sie in die Gebäudewandungen gelegt werden; es ist dann aber die Herstellung so zu bewirken, dass nicht etwa durch Setzen des Mauerwerks die Röhren brechen. Auch hohle eiserne Säulen lassen sich zur Luftleitung verwenden. Wünschenswert ist es, die Luftleitungen zeitweise reinigen zu können, da sich in ihnen nach längerer Zeit Staub und dergl. festsetzen. Im Boden belegene Kanäle sind vor dem Eintritt von Grundluft und Grundwasser durch Herstellung dichter Wände zu schützen.

Die über Dach geführten Abluftleitungen sind zur Verhinderung des Eintritts von Wind, Regen und Schnee durch geeignete Bekrönungen zu schützen (vergl. S. 347). Wagerecht strömender oder Unterwind übt auf die Ausmündung der Abluftleitungen keinen ungünstigen Einfluss, so dass, wenn nach den örtlichen Verhältnissen nur solche Windströmungen auftreten, die Schlotaufsätze auch weggelassen werden können. Wenn jedoch der Wind durch in der Nähe belegene Gebäudewände, Dächer u. s. w. derart abgelenkt oder aufgehalten wird, dass von oben nach unten geneigter Oberwind oder eine Luftstauung entsteht, so sind Schlotaufsätze zur Verhinderung eines Rückstaues im Abluftrohr notwendig.

Um die Witterungseinflüsse auf die Ausmündungen der Abluftleitungen möglichst zu beseitigen, werden diese manchmal nur bis in den Dachraum geführt, der dann durch Dachaufsätze, Dachfenster und dergl. entlüftet wird; diese Anordnung ist aber in manchen Städten, z. B. in Berlin, wegen Feuersgefahr polizeilich verboten.

Zur Ergänzung der vorstehenden Angaben seien nunmehr einige Lüftungsanlagen mitgeteilt, welche zufriedenstellende Resultate ergeben.

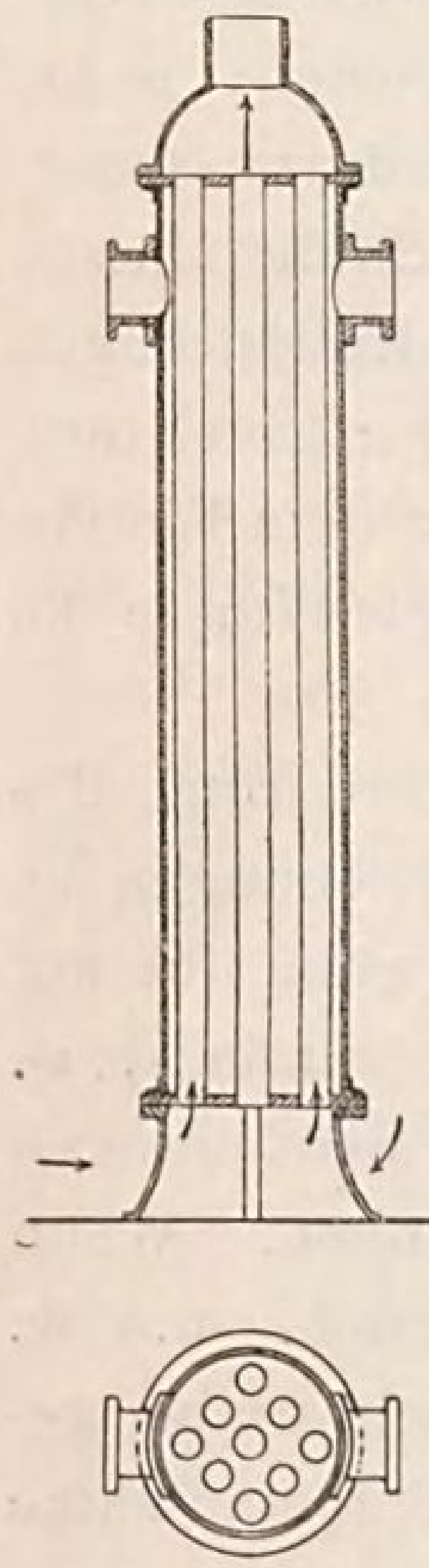
Ein Beispiel für eine Lüftung durch Auftrieb bietet die bereits erwähnte, von Käuffer & Co. in Mainz ausgeführte Heizungs- und Lüftungsanlage einer Zigarrenfabrik (vergl. S. 326).

Die von aussen einziehende Luft gelangt zu den Dampfheizkörpern, um sich im Winter an diesen zu erwärmen; die verunreinigte Luft wird durch einige in den Wänden angelegte Kanäle abgeleitet.

In gleicher Weise, wie in vorgenanntem Beispiel Heizkörper zur Erwärmung der Luft im Winter benutzt sind, werden häufig Öfen angewendet, die mit einem weiten Mantel versehen sind, durch den die von aussen zutretende Luft zieht. Um die Lüftungswirkung zu verstärken, werden auch Gebläse angeordnet, welche Luft durch die Ofenmantelungen treiben.

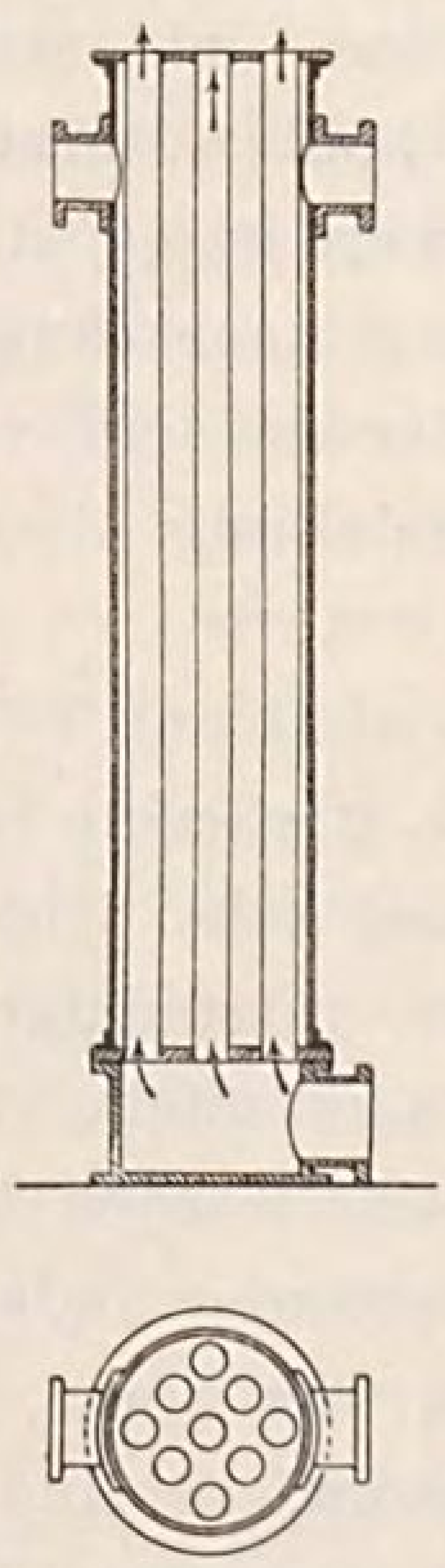
Ein Beispiel einer Lüftung durch künstlich verstärkten Auftrieb bietet die für eine Dreherei des Werkstättenbahnhofs in Witten ausgeführte Anlage.

Fig. 150.



Luftabfuhrapparat.

Fig. 151.



Luftzufuhrapparat.

Heizkörper für eine Dampfheizungs- und Lüftungsanlage der Dreherei auf dem Eisenbahn-Werkstättenbahnhof in Witten.

In den Arbeitsräumen sind Dampfheizkörper aufgestellt (Fig. 150 und 151), welche im Winter die von aussen entnommene Frischluft erwärmen, indem diese durch die Zwischenräume des Röhrenofens zieht. Die verunreinigte Raumluft zieht am Boden ab ebenfalls in Röhrenöfen, durch welche sie erwärmt wird, also den zur Abführung notwendigen Auftrieb erhält, und entweicht dann durch Röhren ins Freie.

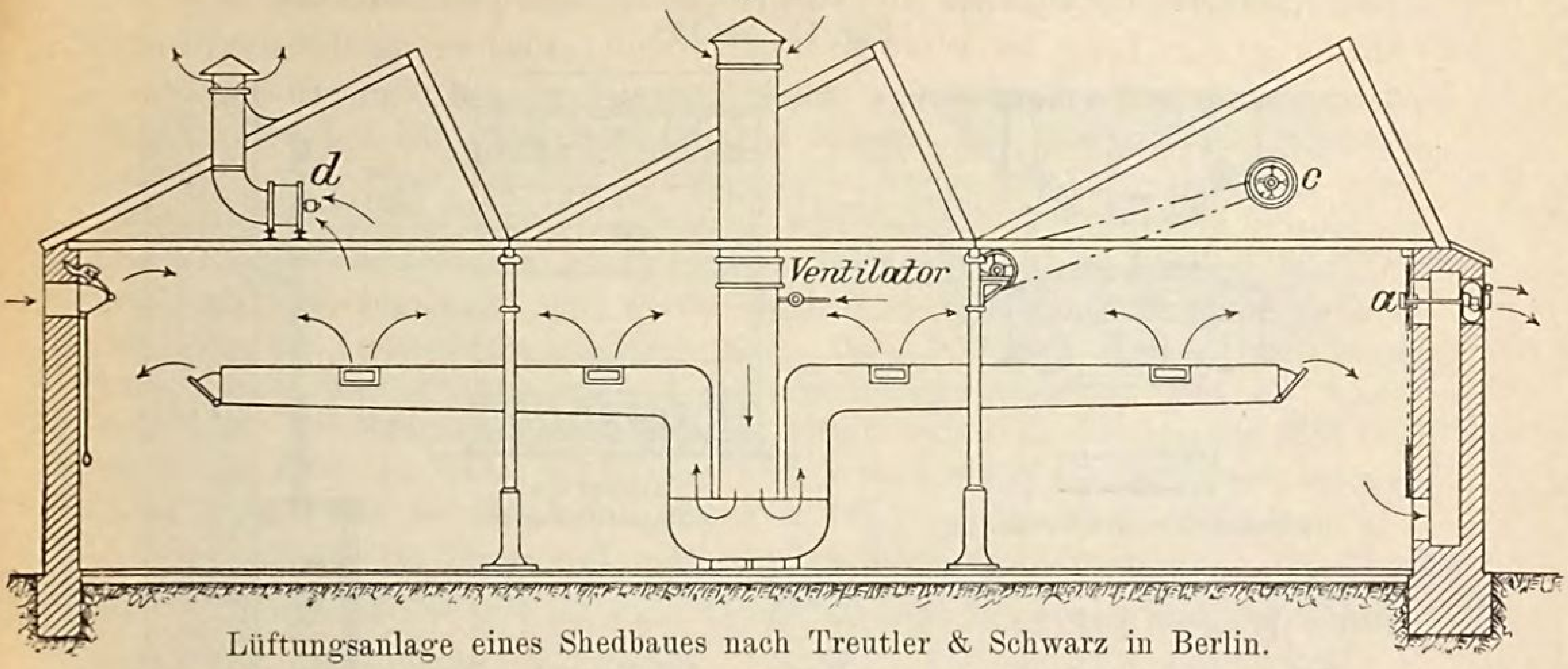
Bei der gleichfalls schon erwähnten, von Rietschel & Henneberg in Berlin ausgeführten Heizungs- und Lüftungsanlage einer Fabrik zur Herstellung von Bogenlichtkohlen (vergl. S. 325) tritt die Aussenluft auch an den Heizkörpern vorbei in die Arbeitsräume des ersten und zweiten Stockes, während die verunreinigte Luft durch Kanäle entweicht, die mit einem unter der Decke des zweiten Geschosses aufgehängten schmiedeisernen Sammelrohr verbunden sind, in welches ein von der Fabriktransmission getriebenes Radgebläse eingeschaltet ist, das die abgesaugte Luft durch zwei über Dach führende Kanäle ins Freie drückt. An die Sammelleitung sind auch Röhren angeschlossen, durch welche von zwei Schleifmaschinen der entstehende Staub abgesaugt wird.

Einige der gebräuchlichen Anwendungen von Radgebläsen zeigt Fig. 152, welche Ausführungsarten der Firma Treutler & Schwarz in Berlin für Shedbauten andeutet.

Zur Einführung frischer Luft werden entweder Wandöffnungen, die mit Klappen versehen sind, angebracht, oder es wird die über Dach entnommene Luft durch ein Schraubenradgebläse in einen Kanal getrieben, der an mehreren Stellen die Luft in den Raum strömen lässt. Die Entfernung der verunreinigten Luft erfolgt durch Rad-

gebläse a, die in der Wand angebracht werden, oder durch solche, die in den Giebelwänden c oder im Dachgebälk auf Trägern d gelagert sind.

Fig. 152.

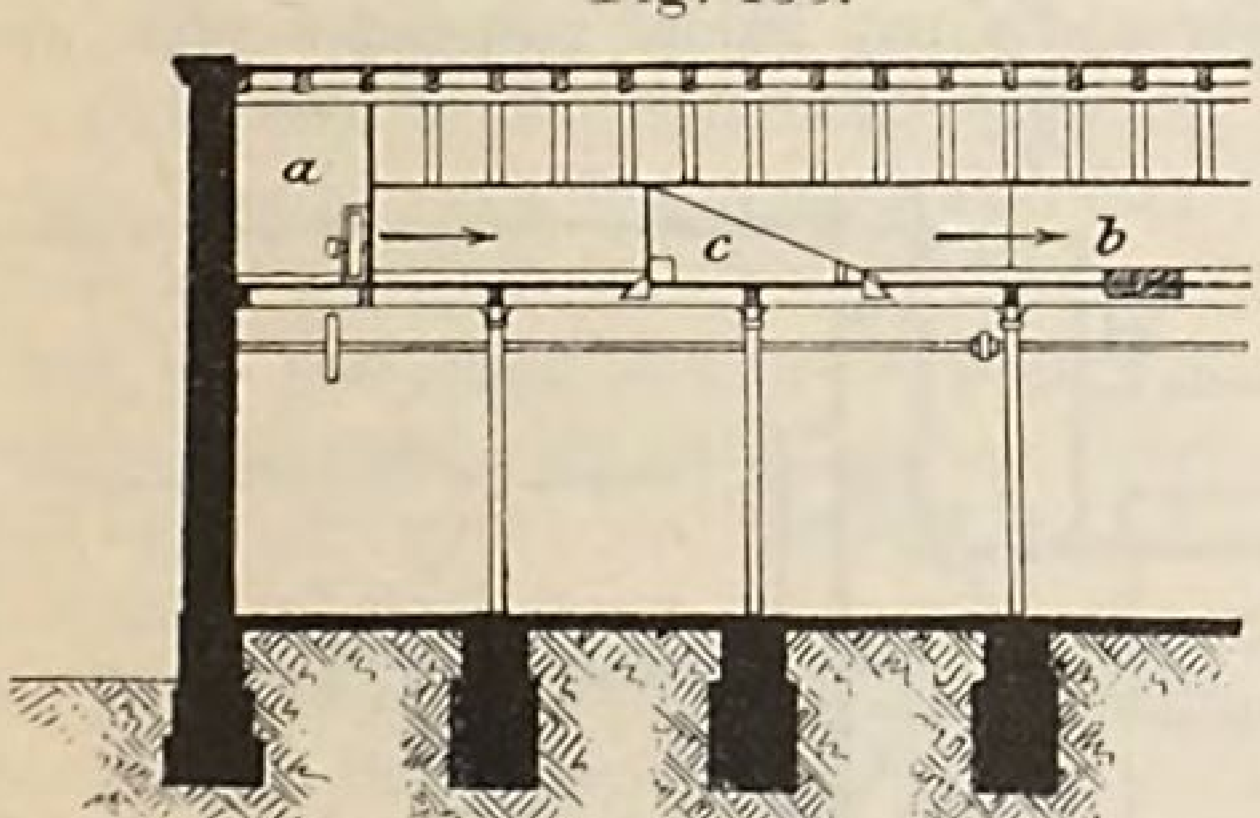


Lüftungsanlage eines Shedbaues nach Treutler & Schwarz in Berlin.

Die Einführung frischer Luft mittels eines Schraubenradgebläses zeigt auch die in Fig. 153 und Fig. 154 angegebene Anlage für den Shedbau der Deutschen Jutespinnerei und Weberei in Meissen.

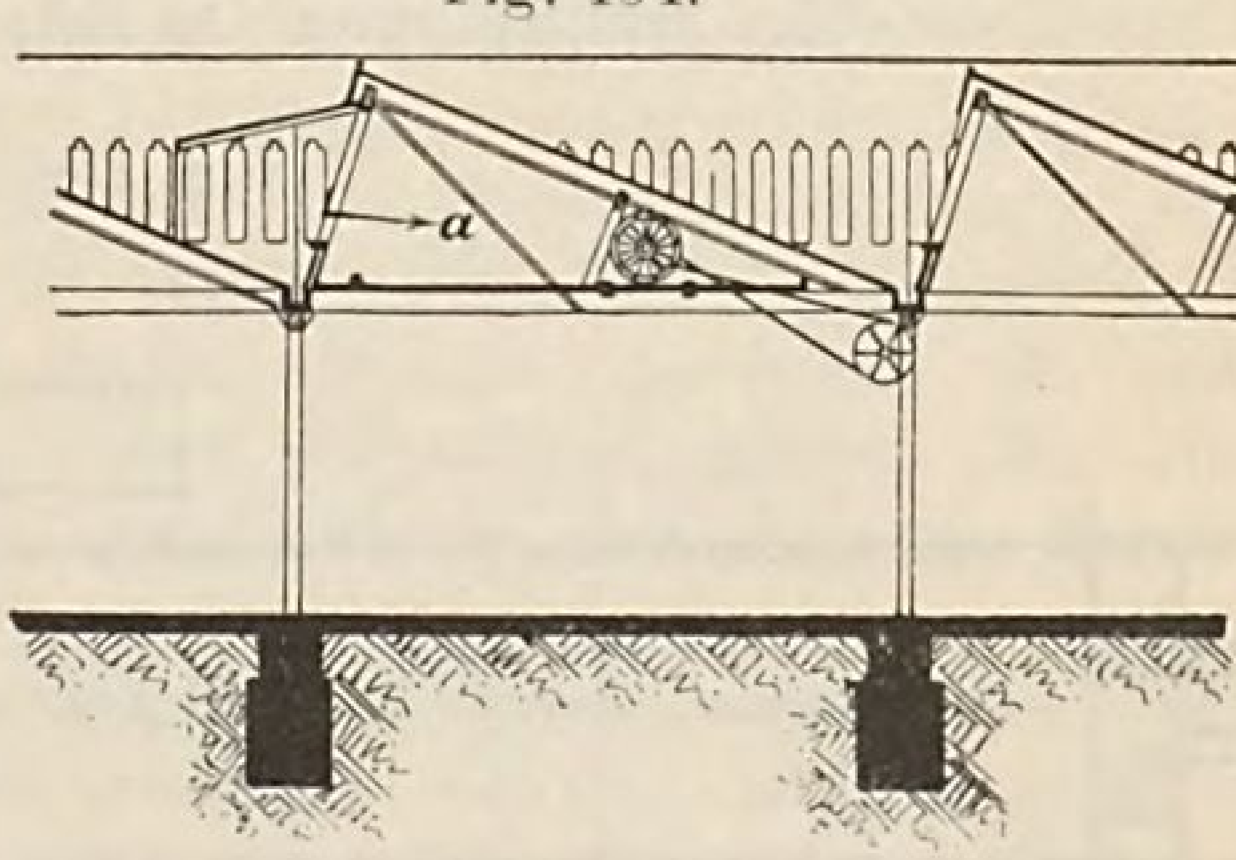
Bei der Neuanlage der Fabrik war keine besondere Rücksicht auf Lufterneuerung genommen worden, so dass nachträglich eine Luftkammer a im Dachraum angebracht wurde, in welche die Aussenluft unter der saugenden Wirkung eines Radgebläses gelangt, welches dann die Luft in einen mit abnehmenden Querschnitten c angelegten Kanal b presst, aus dem sie durch auf die ganze Länge verteilte Austrittssöffnungen in den Arbeitssaal gelangt.

Fig. 153.



Längenschnitt.

Fig. 154.



Querschnitt.

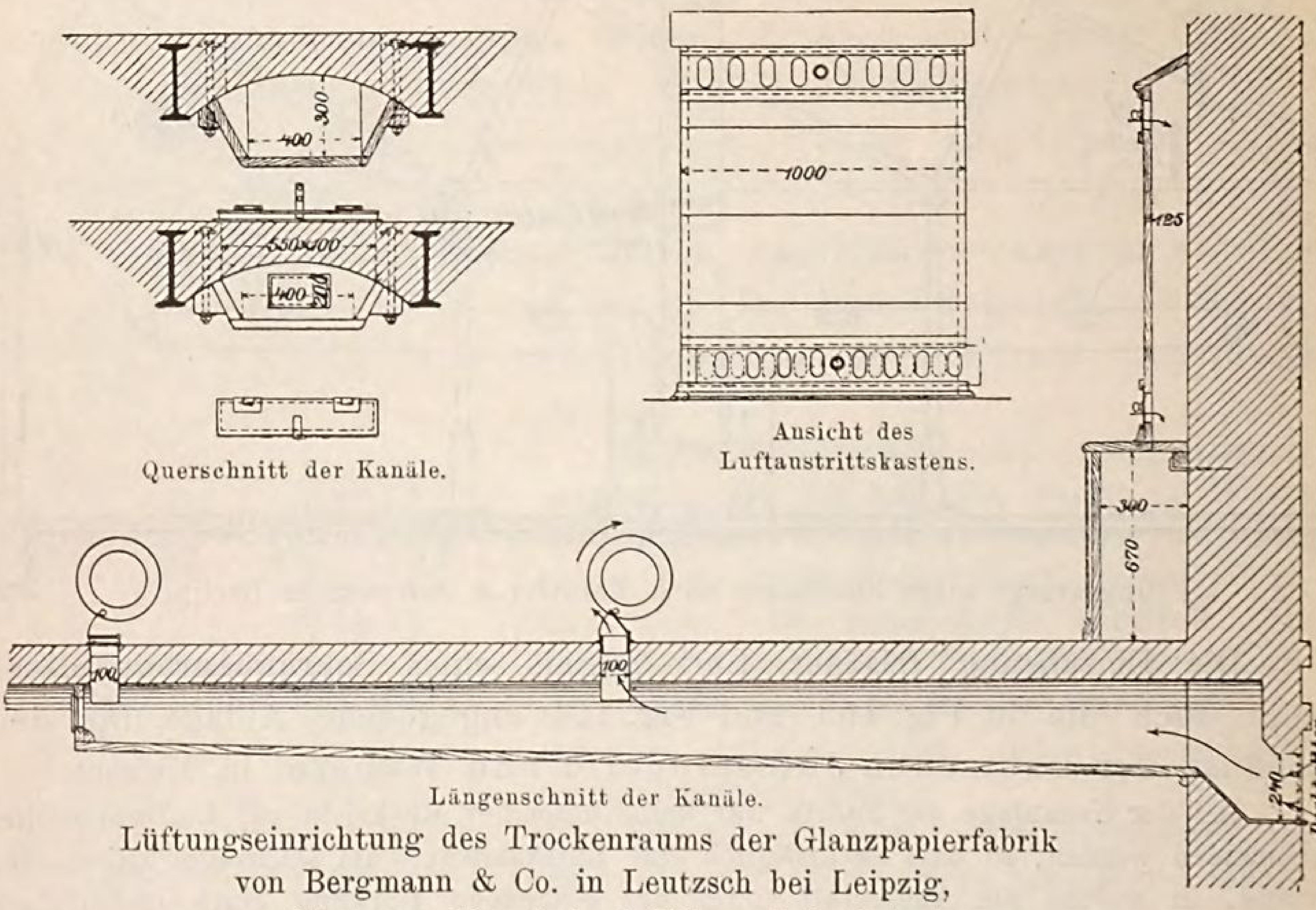
Lüftungsanlage in den Shedsälen der Deutschen Jutespinnerei und Weberei in Meissen.

Die Zuführung frischer erwärmter Luft durch den Fussboden zeigt eine von dem Zivilingenieur C. Lüders in Leipzig entworfene und von Krumbein & Wiegand in Leipzig ausgeführte Anlage für den Trocken-

raum der Glanzpapierfabrik von Bergmann & Co. in Leutzsch (vergl. S. 330).

Das von den Färbemaschinen kommende Papier wird durch den Raum derart

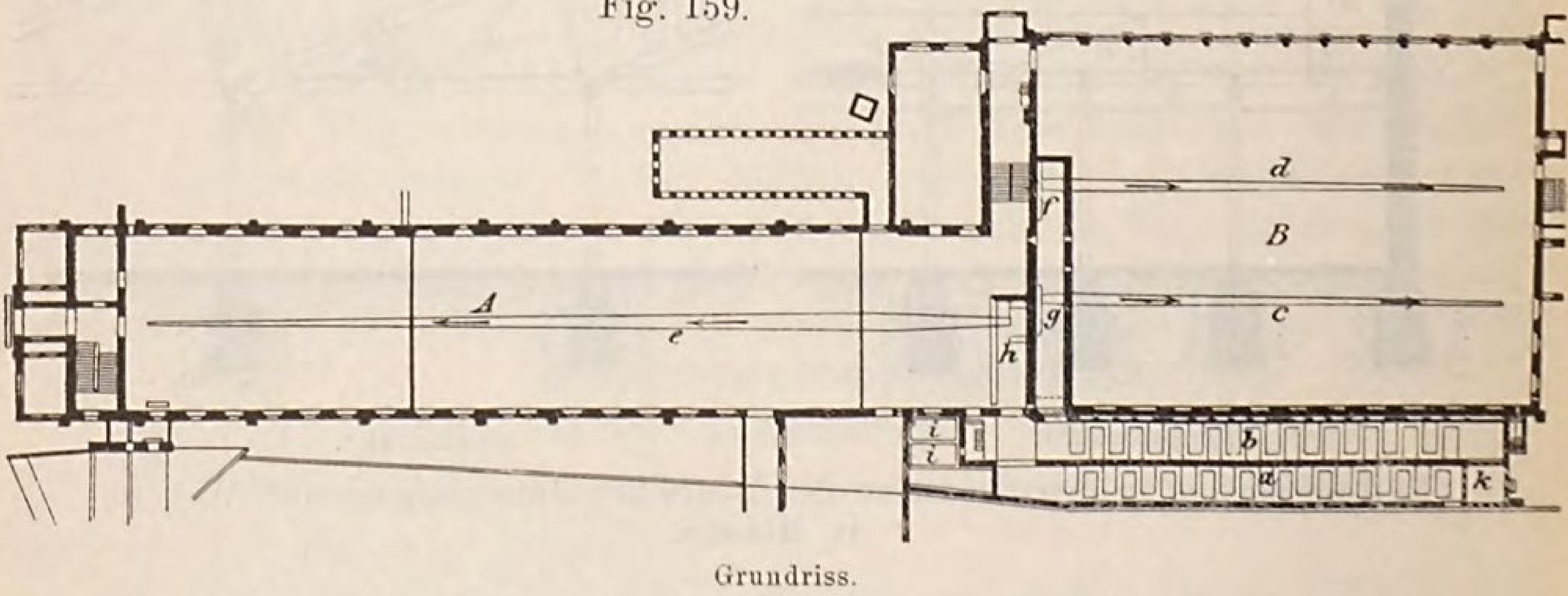
Fig. 155 bis 158.



Lüftungseinrichtung des Trockenraums der Glanzpapierfabrik von Bergmann & Co. in Leutzsch bei Leipzig, ausgeführt von Krumbein & Wiegand in Leipzig.

geführt, dass es in hohen Falten herabhängt; um nun die Luft an diesen Falten behufs Aufnahme der Feuchtigkeit vorbei zu führen, sind Kanäle unter dem Fussboden aus Holz angebracht (vergl. Fig. 155 bis 158), aus welchen die Luft durch schmale, mit Klappen versehene Schlitze unter den Heizröhren, die mit Dampf gespeist werden, aus-

Fig. 159.



Lüftungs- und Luftbefeuchtungsanlage der Augsburger Kammgarnspinnerei.

tritt. Die Luft erwärmt sich, kann also Feuchtigkeit aufnehmen und wird dann abgesaugt, indem sie durch Wandkästen, die mit Gitterschiebern zur Regelung des

Luftwechsels versehen sind, in einen Sammelkanal tritt, in dessen Mitte ein Radgebläse angebracht ist (vergl. S. 350, Fig. 145 und 146), welches die feuchte Luft ins Freie treibt.

Die Arbeitsräume der Augsburger Kammgarnspinnerei sind mit Drucklüftung versehen.

Der ältere Hauptbau der Spinnerei besteht aus zwei zusammenhängenden, vier Stockwerke hohen Gebäuden, dem Alt- und Neubau; für diese sind die Frischluftkanäle a und b (vergl. Fig. 159) angeordnet, in welche die Luft von aussen durch Gitter k eintritt und in denen sie befeuchtet wird (vergl. S. 378). Die Luft gelangt aus diesen Kanälen durch Schlote f g h in die verschiedenen Stockwerke, woselbst Schiele'sche Radgebläse angebracht sind, welche die Luft in Kanäle c, d, e treiben, die unter der Decke der Arbeitsräume angebracht sind. Durch Öffnungen in diesen Verteilungskanälen tritt die Luft aus, während die verunreinigte Raumluft durch die Fenster entweicht. Der Rauminhalt eines Saales im Altbau beträgt im Durchschnitt 3850 cbm, im Neubau 4700 cbm; durch die Gebläse wird je nach Bedarf ein Luftwechsel erzeugt, durch den die Luft der Säle bis zu fünfmal in der Stunde erneuert werden kann.[1])

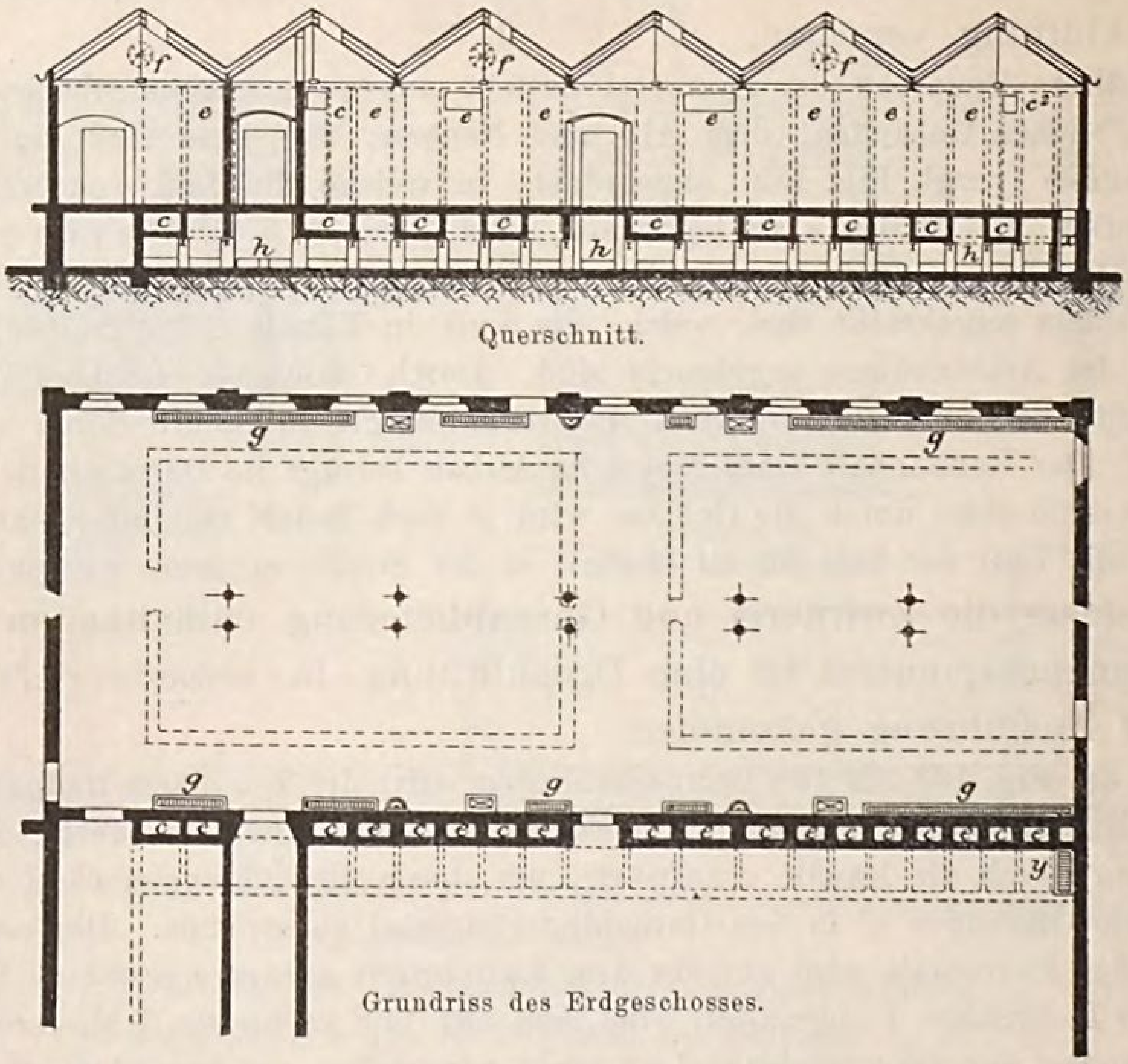
In einem die Zwirnerei und Garnablieferung enthaltenden Shedbau der Kammgarnspinnerei ist eine Drucklüftung in etwas anderer Anordnung zur Ausführung gekommen.

Wie die Fig. 160 bis 164 veranschaulichen, tritt die von einem Radgebläse a aus dem Freien angesaugte Luft zuerst in einen Befeuchtungsraum b (vergl. S. 378) und strömt dann durch die Kanäle c aufwärts, um durch die Öffnungen c^1 in den Zwirnsaal und die Öffnungen c^2 in den Garnablieferungssaal zu strömen. Die verunreinigte Raumluft des Zwirnsaals wird auf der dem Lufteintritt entgegengesetzten Seite durch drei kleine Radgebläse f abgesaugt. Bei dem nur 11,8 m breiten Ablieferungssaal ist eine Absaugung der verunreinigten Luft nicht vorgesehen, sondern diese gelangt durch Giebelfenster ins Freie. Für die Erwärmung der Arbeitssäle ist Umlaufsheizung (vergl. S. 317) angenommen, indem die Raumluft am Boden durch vergitterte Öffnungen g in die unterirdischen Transmissionskanäle T tritt, um aus diesen durch die Öffnungen h zu den mit Dampf gespeisten Rippenröhren d zu gelangen; die durch letztere erwärmte Luft zieht durch die Kanäle e aufwärts und strömt durch die Öffnungen e^1 und e^2 in den Zwirnsaal, bezw. Garnablieferungssaal. Der Betrieb der Anlage erfolgt im Winter derart, dass je nach der Aussentemperatur ein oder mehrere Stunden vor Beginn der Arbeit die Säle durch die Umlaufsheizung erwärmt werden; sobald genügende Temperatur erzielt ist, was möglichst bei und kurz nach Beginn der Arbeit geschehen soll, wird durch Absperrung des Dampfes die Heizung ausser Wirksamkeit gesetzt. Mit dem Fabrikbetrieb wird die Lüftungseinrichtung zur Wirkung gebracht; im Winter wird die Frischluft durch warmes Rieselwasser im Befeuchtungsraum so weit erwärmt, dass die normale Temperatur im Arbeitsraum erhalten bleibt; im Sommer wird kaltes Wasser zur Befeuchtung verwendet, so dass auch eine Kühlung (vergl. S. 385) der Arbeitssäle entsteht. Die gesamte Anlage hat sich gut bewährt; sie ergiebt eine sehr gleichmässige Temperatur in den Sälen und eine Lufterneuerung in denselben innerhalb je 18 Minuten.

[1]) Nähere Mitteilungen über die Abmessungen der Arbeitssäle, Luftkanäle und Radgebläse finden sich im Gesundheitsingenieur 1891, No. 10, S. 322 und im Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung, 1. Band, 2. Teil, S. 760. Berlin 1889.

Mit Drucklüftung wirken auch die von der B. F. Sturtevant Co. in Boston in Nordamerika und neuerdings auch in Deutschland mit Er-

Fig. 160 bis 162.



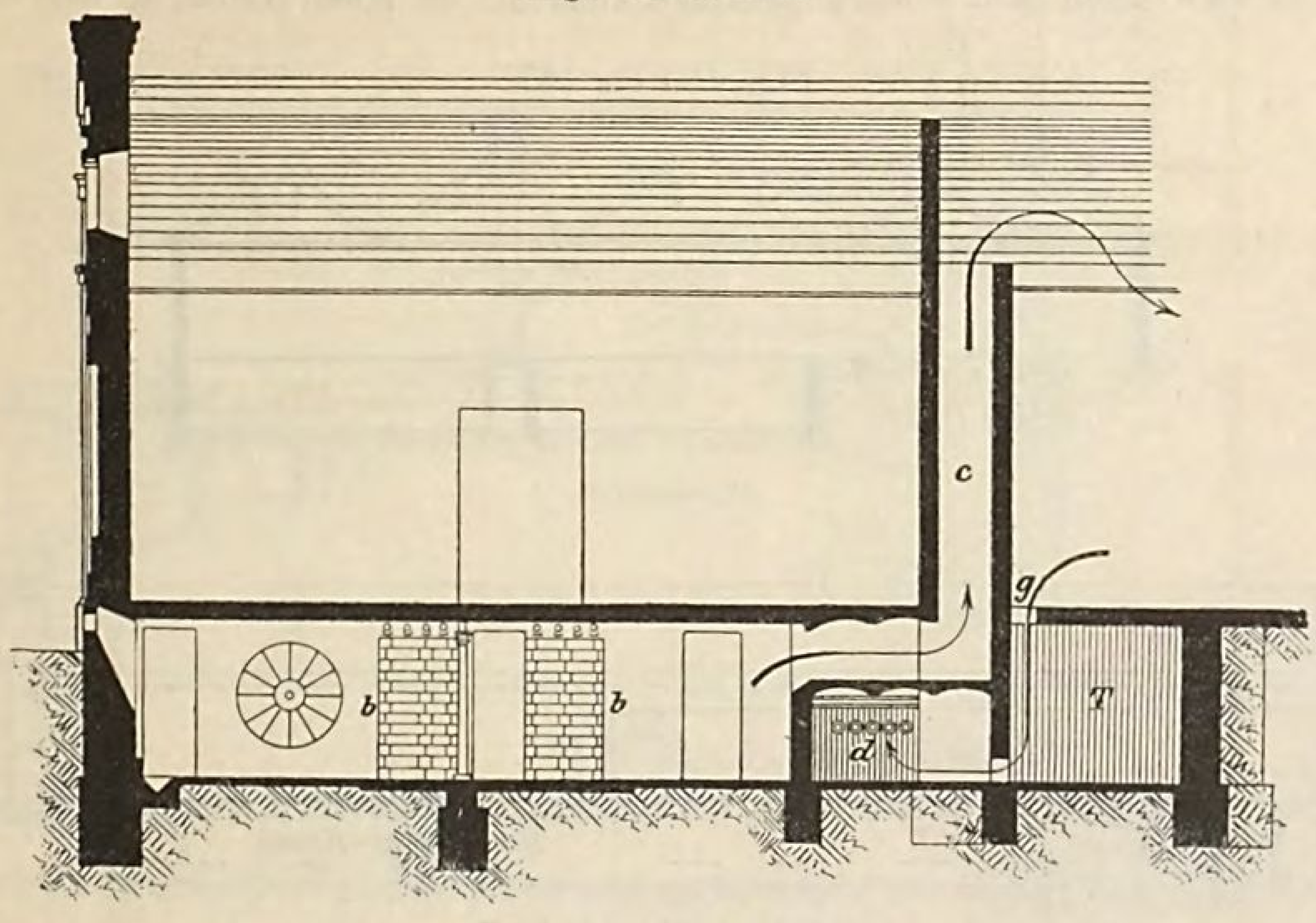
Kellergrundriss.

Lüftungsanlage für einen Shedbau der Augsburger Kammgarnspinnerei.

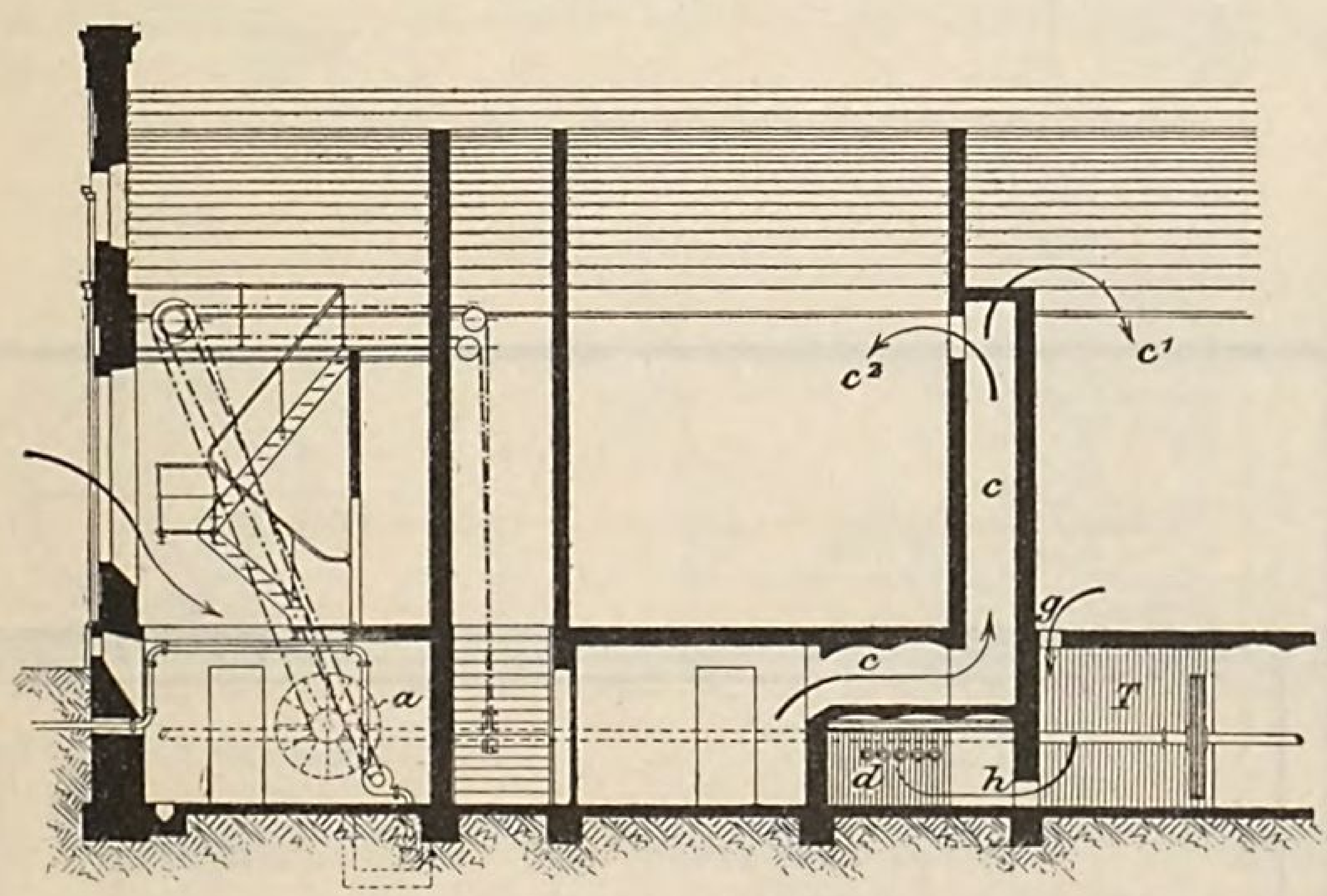
folg ausgeführten Anlagen, von denen einige Beispiele bereits erwähnt worden sind (vergl. S. 319).

Weitere Beispiele von Drucklüftungen bieten die für die Filiale in Zeil der mechanischen Baumwollspinnerei und Weberei in Bamberg von Johannes Haag in Augsburg ausgeführte Anlage und die

Fig. 163 u. 164.



Längsschnitt nach D—E.



Längsschnitt nach F G H I.

Lüftungsanlage für einen Shedbau der Augsburger Kammgarnspinnerei.

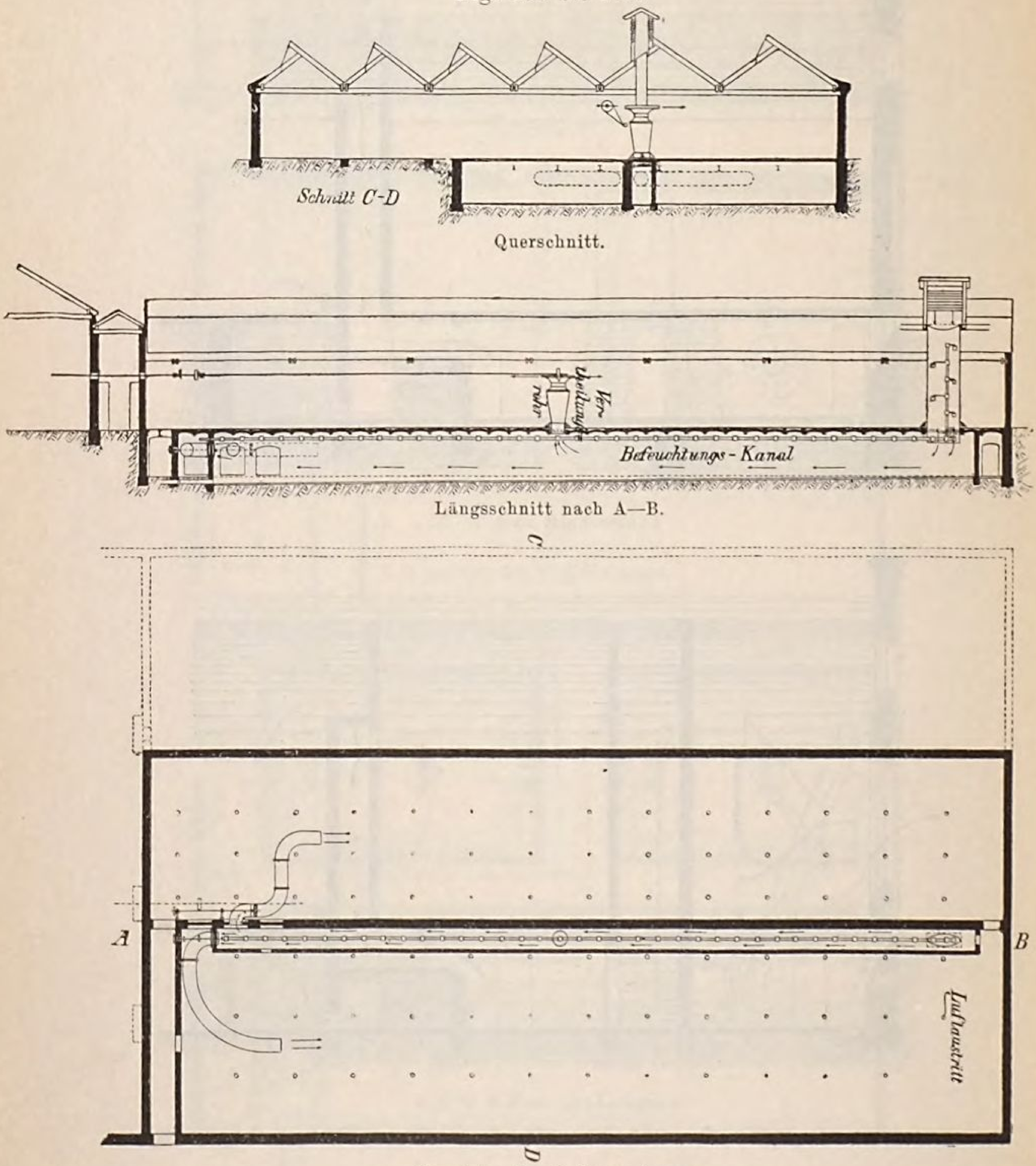
Lüftungseinrichtungen der Webereien von ten Brink in Arlen und Volkertshausen; diese Anlagen werden noch besprochen (vergl. S. 376).

Eine eigenartige Gestaltung der Lufteinführung besitzen die von Gebr. Clad in Reichenbach i. V. nach der Angabe von Köthe aus-

geführten Lüftungsanlagen; die für die Kammgarnspinnerei von Weiss jun. & Co. in Langensalza gewählte Anordnung dieser Art ist in den Fig. 165 bis 171 veranschaulicht.

Die über dem Dach des Shedbaues geschöpfte Luft gelangt unter der Saugwirkung von Blackman'schen Schraubenradgebläsen zunächst in einen Kanal, in dem sie durch

Fig. 165 bis 167.

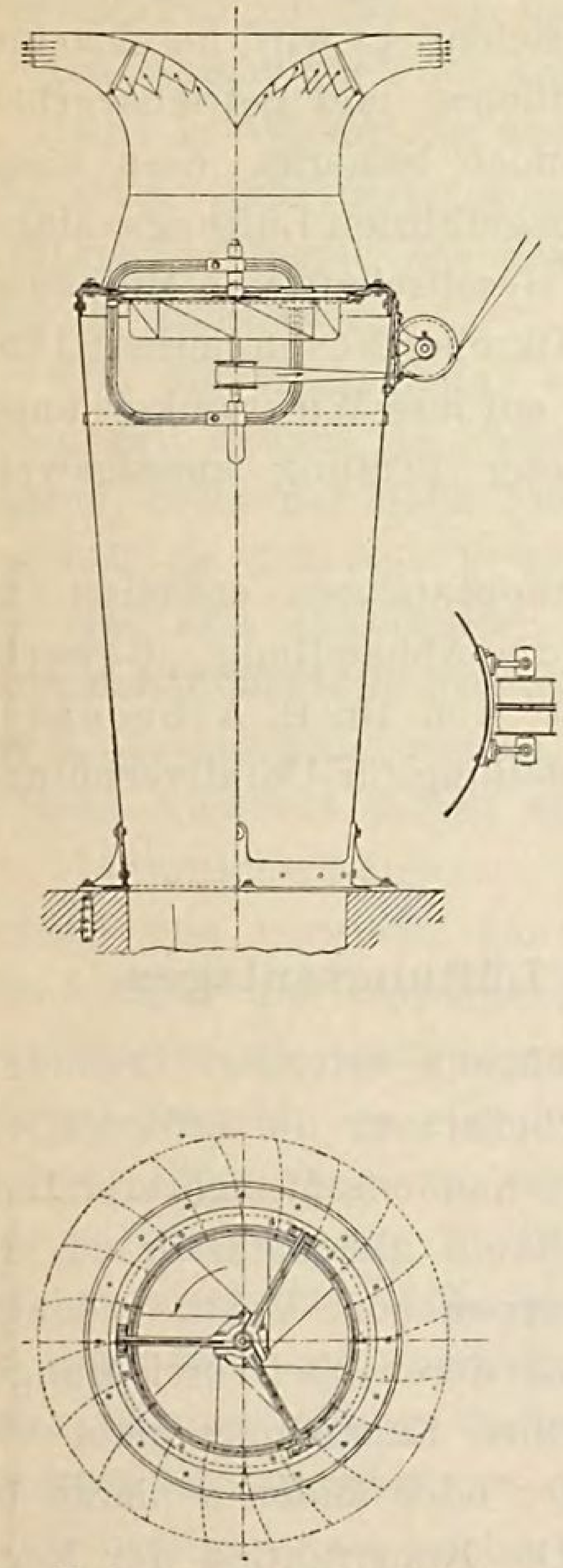


Lüftungsanlage der Kammgarnspinnerei von Weiss jun. & Co. in Langensalza, ausgeführt von Gebr. Clad in Reichenbach i. V.

Wasserbrausen befeuchtet wird (vergl. S. 381). Aus diesem Kanal tritt die Luft in ein in der Mitte des Arbeitssaales aufgestelltes Blechgehäuse und in zwei weite,

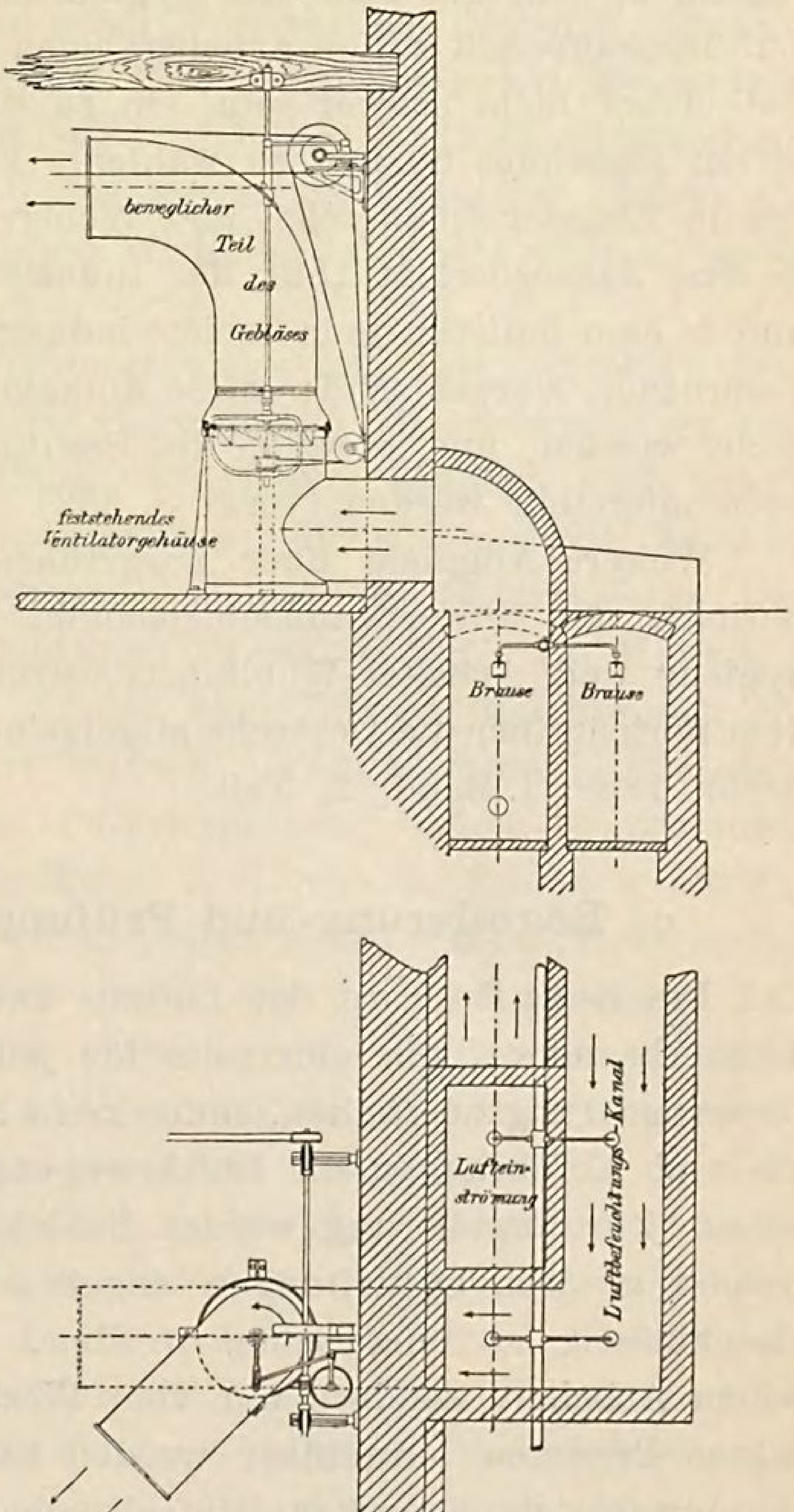
unter der Decke des Kellerraumes aufgehängte Blechrohre; in diesen, wie in dem stehenden Gehäuse sind die Schraubenradgebläse gelagert, wie Fig. 168 u. 169 besonders für den mittleren Luftverteiler zeigen. Dieser letztere ist an seiner Mündung mit schwach gekrümmten Scheidewänden versehen; das Gebläse treibt die Luft durch die so hergestellten Fächer in den Arbeitssaal, in dem sich die Luft erfahrungsgemäss gut

Fig. 168 u. 169.



Luftverteiler mit Gebläse von Gebr. Clad in Reichenbach i. V.

Fig. 170 u. 171.



Beweglicher Luftverteiler mit Gebläse von Gebr. Clad in Reichenbach i. V.

verteilt. Eine weitere Luftzuführung findet durch Öffnungen im Fussboden statt, durch welche die aus den beiden Blechröhren in die Kellerräume geblasene Luft austritt.

Wenn die Aufstellung eines solchen Luftverteilers in der Mitte des Arbeitssaales wegen Raummangel nicht möglich ist, so bringen Gebr. Clad den Luftverteiler am Saalende an und bewirken dann eine möglichst gleichmässige Luftbewegung durch den Arbeitsraum dadurch, dass das rüsselförmige Verteilungsrohr (vergl. Fig. 170 u. 171)

durch eine von der Fabriktransmission in Bewegung gesetzte Hebelvorrichtung langsam um 90° hin und her gedreht wird. Nach Angabe des Regierungs- und Gewerberat Hägermann, dem wir die Mitteilung verdanken, wirken diese Lüftungseinrichtungen vollkommen zufriedenstellend.

Die vorstehend kurz besprochenen Beispiele von bewährten Lüftungsanlagen zeigen, dass die verschiedensten Mittel und Wege zur Verfügung stehen, um eine den hygienischen Anforderungen entsprechende Luftbeschaffenheit in den Arbeitsräumen zu erzielen; es wird im einzelnen Fall daher nicht schwer sein, ein zu den örtlichen und Betriebsverhältnissen passendes System zu wählen. Es sei noch bemerkt, dass einige der in Elsässer Spinnereien und Webereien ausgeführten Lüftungsanlagen in dem Jahresbericht 1892 der Industriellen Gesellschaft von Mülhausen und in dem Bulletin de la Société industrielle, Oktober-Novemberheft 1891, besprochen worden sind; diese Anlagen sind auf ihre Wirksamkeit untersucht worden, und werden die Resultate dieser Prüfung auszugsweise noch mitgeteilt werden (vergl S. 382).

Weitere Angaben über ausgeführte Lüftungsanlagen enthalten die Berichte der Gewerbeaufsichtsbeamten und die Abhandlung „Gewerbehygiene und Arbeiter-Wohlfahrtsbestrebungen“ von Dr. H. Albrecht in dem Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung, Berlin 1889, I. Band, 2, Teil.

c. Regulierung und Prüfung der Lüftungsanlagen.

Die Regulierung der Luftzu- und Abführung erfordert besondere Aufmerksamkeit, um einerseits für jeden Arbeitsraum die erforderliche Lufterneuerung zu erhalten, andererseits beim Vorhandensein mehrerer Luftzu- und Abführungen die Luftbewegung im Raum gleichmässig zu verteilen. Zur Regulierung werden Schieber, Klappen oder Ventile benutzt, welche an den Luftleitungen angebracht und deren Stellvorrichtungen zweckmässig so eingerichtet werden, dass ihre Einstellung nicht von jedem Arbeiter, sondern nur vom Werkmeister oder anderen hierzu befugten Personen ausgeführt werden kann. Die Konstruktion der Regulierungsvorrichtungen kann einfach gehalten werden, und giebt es hierfür zahlreiche gute Ausführungen; besonders zu beachten ist, dass der freie Durchgangsquerschnitt der Vorrichtungen im geöffneten Zustande und der vielfach auch noch an den Kanalmündungen angebrachten Gitter mindestens so gross sein muss wie der Querschnitt des anschliessenden Kanals, da sonst ein beträchtlicher Widerstand für die Luftbewegung entsteht. Wenn bei einer grösseren Lüftungsanlage von einem Hauptzuführungskanal mehrere Kanäle abgezweigt sind, welche bestimmte Luftmengen nach den einzelnen Arbeitsräumen zu führen haben, so sind auch an

den Abzweigstellen Klappen oder Schieber anzubringen, um für längere Zeit die dem grössten Bedarf entsprechende Luftlieferung jedes Kanals durch Einstellung dieser Vorrichtungen festhalten zu können. Diese Einstellung hat entsprechend der anemometrischen Messung der Luftmenge zu geschehen.

Um die durch die Luftkanäle ein- oder abgeführte Luftmenge ständig kontrollieren zu können, kann von einer Vorrichtung Gebrauch gemacht werden, welche nach der Angabe von H. Recknagel von dem Mechaniker G. Häni in Winterthur ausgeführt wird und die, in die Kanalmündung eingesetzt, fortdauernd anzeigt, ob die durch den Kanal zu-, bezw. abgeführte Luftmenge der beabsichtigten Wirkung entspricht oder zu gross oder zu klein ist.

Um die Wirksamkeit einer Lüftungsanlage und ihre einzelnen Einrichtungen kennen zu lernen und zu kontrollieren, ist dringend zu empfehlen, nicht nur nach Fertigstellung der Anlage, sondern auch später von Zeit zu Zeit eine Prüfung vorzunehmen, die sich auf die Messung der ein- und abgeführten Luftmengen und auf die Untersuchung der Luftbeschaffenheit in den Arbeitsräumen zu erstrecken hat. Die Messung der Luftmengen, welche durch Kanäle oder Röhren den Räumen zuströmen oder von diesen abgeführt werden, erfolgt durch Bestimmung der Luftgeschwindigkeit mittels Anemometer. Diese Instrumente werden von verschiedenen Mechanikern, z. B. von R. Fuess in Berlin, angefertigt; fast durchgängig wird diejenige Konstruktion angewendet, bei welcher die Luftgeschwindigkeit durch die in einer gewissen Zeit erfolgte Anzahl von Umdrehungen eines in den Luftstrom gesetzten leichten Flügelrädchens gemessen und unmittelbar an einem Zeigerwerk angezeigt wird; um die Beobachtungszeit, welche gewöhnlich zu einer Minute genommen wird, genau einhalten zu können, sind die Instrumente mit einer Ein- und Ausrückvorrichtung versehen, durch welche das Zählwerk in und ausser Thätigkeit gesetzt werden kann; R. Fuess verfertigt auch Anemometer, bei welchen die Ein- und Ausrückung selbstthätig erfolgt, und solche, welche nach je hundert Umdrehungen des Flügelrades ein Glockenzeichen geben. Bei der Messung der Luftgeschwindigkeit in einem Kanal ist zu beachten, dass dieselbe an verschiedenen Stellen desselben sehr verschieden ist; es muss also die Messung an mehreren Stellen ausgeführt und das Mittel genommen werden; annähernd richtige Resultate werden auch erhalten, wenn das Instrument langsam in der Ebene des Kanalquerschnitts bewegt wird. Zu empfehlen ist noch, die Anemometer nach einiger Zeit auf die Richtigkeit ihrer Angaben prüfen zu lassen.

Zur Ermittelung der Leistung und des Wirkungsgrades der Gebläse

wird auch die Bestimmung des Luftdrucks in den Luftkanälen notwendig; hierzu werden Manometer mit Flüssigkeitsfüllung benutzt; um sehr kleine Luftdrucke zu messen, wird das von Professor Recknagel angegebene Differentialmanometer angewendet, welches z. B. von dem Mechaniker Stollnreuther in München angefertigt wird und bei dem der Unter- oder Überdruck der Luft durch den Höhenunterschied der Petroleumfüllung eines durch einen Gummischlauch mit dem zu untersuchenden Kanal in Verbindung gebrachten Gefässes und eines an dieses anschliessenden engen, gewöhnlich unter einer Neigung von 1 : 10 aufwärts gerichteten und oben offenen Glasröhrchens an einer Skala des letzteren gemessen wird; um den Druckunterschied in Wassersäulenhöhe zu erhalten, ist das Verhältnis der spezifischen Gewichte von Petroleum und Wasser in die Rechnung einzuführen.

Zur Prüfung der Luftbeschaffenheit genügt es meistens, den Kohlensäuregehalt und den Feuchtigkeitsgehalt der Luft zu ermitteln (vergl. die Ausführungen im I. Abschnitt unter A, c). Die Bestimmung der Kohlensäure erfolgt, wenn es sich um genaue Messung handelt, am besten nach der von v. Pettenkofer angegebenen Methode,[1]) welche jedoch eine gewisse Übung in der Vornahme chemischer Analysen erfordert; einfacher sind die von Lunge und Zeckendorf,[2]) sowie von H. Wolpert angegebenen Verfahren, welche jedoch nicht genaue, immerhin aber für die Praxis gewöhnlich ausreichende Resultate ergeben. Die Apparate von Lunge und Zeckendorf werden vom Mechaniker J. G. Cramer in Zürich, der Apparat von Wolpert vom Mechaniker Ferd. Ernecke in Berlin geliefert.

Die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes (vergl. S. 373) erfolgt in bekannter einfacher Weise mit Hilfe von Hygrometern und Psychrometern, welche auch mit einem Registrierwerk ausgerüstet sein können, das fortlaufend eine Linie aufzeichnet, aus deren Verlauf Grösse und Änderung des Flüssigkeitsgehaltes behufs Kontrolle der etwa vorhandenen Lüftungs- und Befeuchtungseinrichtungen ersehen werden kann.

In manchen Fällen wird auch die Untersuchung der Luft auf andere Beimengungen notwendig. Kohlenoxyd kann nach den Methoden von v. Fodor, Vogel, Welzel[3]) bestimmt werden. Staubbeimengungen werden quantitativ dadurch ermittelt, dass eine grössere Luftmenge durch ein Filter gesaugt und die Gewichtszunahme desselben durch den zurückgehaltenen Staub ermittelt wird; einen brauchbaren Apparat hierzu hat

[1]) K. B. Lehmann, Die Methoden der praktischen Hygiene, S. 142. Wiesbaden 1890.

[2]) a. a. O. S. 148.

[3]) a. a. O. S. 152.

Dr. Karl Möller in Brackwede i. W. angegeben. Die Untersuchung der Luft auf Mikroorganismen kann nach den Methoden von Hesse und von Petri erfolgen.[1])

d. Vorkehrungen zur Einführung reiner Luft in die Arbeitsräume; Reinigung der einzuführenden Luft durch Filter.

Aus der Umgebung eines Fabrikgebäudes kann selten reine Luft entnommen werden, so dass eine Reinigung der in die Arbeitsräume eingeführten Luft häufiger, als es zur Zeit geschieht, notwendig ist, um durch Luftaustausch eine den hygienischen Forderungen entsprechende Beschaffenheit der Luft in den Räumen zu erhalten. In industriereichen Orten ist die Aussenluft durch Rauch, Russ, Dämpfe, Staub gewöhnlich in besonders hohem Grade verunreinigt. An der Erdoberfläche ist der Staub im allgemeinen in grösserer Menge vorhanden als in höheren Luftschichten; ferner verunreinigen dort nicht selten Ausdünstungen des Bodens, abgelagerter Fabrikationsabgänge und abgeleiteter Abwässer die Luft. Über dem Dach wird die Luft durch niedrige und stark rauchende Schornsteine, durch die aus den Arbeitsräumen entweichende verdorbene Luft, gegebenenfalls durch besondere Dämpfe-, Gas-, Staubableitungen verunreinigt. Es wird daher in jedem einzelnen Fall nach Lage der Fabrikgebäude, nach den örtlichen und Betriebsverhältnissen überhaupt und nach der vorherrschenden Windrichtung zu ermitteln sein, an welcher Stelle der Umgebung des Gebäudes die verhältnismässig reinste Luft sich vorfindet; von dort ist dann die Luft zu entnehmen, wenn dies unter den gegebenen Verhältnissen ausführbar ist. Liegt z. B. das Gebäude frei, so wird es häufig möglich sein, die Entnahmestelle der frischen Luft möglichst entfernt von verkehrsreichen Wegen an einem durch Gebüsch und dergl. einigermaassen geschützten Ort in einiger Höhe über dem Erdboden anzuordnen und von dort einen dicht gemauerten, möglichst begehbaren Kanal nach dem Gebäude zu führen. In anderen Fällen kann sich die Entnahme der frischen Luft über Dach oder an den Aussenwänden empfehlen.

Die Schöpfstelle der Luft ist jedenfalls durch geeignete Aufsätze, Leitbleche gegen Eintritt von Regen, Schnee und gegen ungünstige Windeinflüsse zu schützen, damit äussere Luftströmungen nicht saugend auf den Luftkanal wirken.

Kann aus der Umgebung des Gebäudes reine Luft nicht bezogen werden, so würde es notwendig sein, die entnommene Luft vor ihrem Eintritt in die zu lüftenden Räume zu reinigen.

[1]) a. a. O. S. 157.

Eine Abscheidung grober Staubteile und dergl. kann durch engmaschige Drahtgitter, feingelochte Bleche erzielt werden, ferner durch Anlage geräumiger Kammern, welche die von aussen entnommene Luft auf ihrem Wege zu den Arbeitsräumen zu durchströmen hat. Dem grösseren Querschnitt solcher Kammern entsprechend bewegt sich die Luft mit geringer Geschwindigkeit durch dieselben, so dass schwerere Staubteile sich ablagern können. Allerdings muss dabei durch Einsetzen von Wänden und dergl. Sorge getragen werden, dass die Luft auch thatsächlich durch den ganzen Raum sich gleichmässig bewegt.

Feinere Staubteile lassen sich nur durch Waschen der Luft oder durch Gewebefilter beseitigen. Die verschiedenen, für die Befeuchtung der einzuführenden Luft angewendeten Einrichtungen (vergl. S. 375) ergeben zugleich eine Reinigung der Luft, und zwar um so besser, je inniger die Luftteilchen mit Wasser in Berührung kommen. Ist aber eine besondere Befeuchtung der Luft nicht beabsichtigt, so wird es sich nicht empfehlen, die Luft durch Auswaschen zu reinigen, da dabei naturgemäss die Luft sich nahezu mit Wasser sättigt, also in der warmen Jahreszeit wenigstens mit einem der Gesundheit unzuträglichen und auch für manche Arbeitsprozesse unzulässigen Feuchtigkeitsgehalt in die Arbeitsräume gelangt. Dieser Übelstand wird im Winter allerdings nicht auftreten, wenn die von aussen entnommene kalte Luft zuerst durch die Waschvorrichtung geführt und dann erst auf die Temperatur erwärmt wird, mit welcher sie in die Räume treten soll; es ist aber dann bei sehr geringer Aussentemperatur entweder notwendig, die Luft vor der Reinigung vorzuwärmen oder nachträglich doch noch zu befeuchten (vergl. S. 374), wenn nicht die Reinigungsvorrichtung mit warmem Wasser gespeist wird.

Bei dem Reinigen der Luft durch Auswaschen ist auch zu beachten, dass das verunreinigte Wasser stetig zu entfernen ist, dass die Beschaffung des reinen Wassers unter Umständen besondere Kosten verursacht, dass ferner gegebenenfalls durch besondere Vorkehrungen die Gefahr des Einfrierens ausgeschlossen werden muss. Diejenigen Wasch- bezw. Befeuchtungsvorrichtungen, bei welchen die Luft eine Wasserschicht durchströmen muss, haben noch den Übelstand, dass sie der Luftbewegung einen erheblichen Widerstand entgegensetzen, der nur durch Gebläse überwunden werden kann (vergl. S. 348).

Die Reinigung der einzuführenden Luft durch Gewebefilter wird um so besser erfolgen, je dichter und dicker das Gewebe ist, je feiner also die Durchgangsöffnungen sind und je mehr die Luft bei ihrem Durchstreichen durch feine Fädchen aufgehalten wird. Mit der Dichtigkeit und Dicke wächst aber der Widerstand, den das Filter dem Luftdurch-

gang entgegensetzt, so dass, wenn die Luftbewegung nur durch natürlichen Auftrieb oder durch infolge Erwärmung der Luft (Luftheizung) künstlich verstärkten Auftrieb hervorgebracht wird, dichtere Gewebe sich nur verwenden lassen, wenn durch Anordnung grosser Filterflächen die Luftgeschwindigkeit klein erhalten wird; dies ergiebt aber wieder Schwierigkeiten für die Unterbringung der Filterfläche in dem Luftzuführungskanal. Wird die Luftbewegung durch Gebläse erzeugt, so lassen sich dichte Gewebe ohne Schwierigkeit benutzen, da der Widerstand höchstens wenige Millimeter Wassersäule beträgt und daher für Gebläse nicht erheblich in Betracht kommt (vergl. S. 349).

Für die Gewebefilter werden Wollen- oder Baumwollengewebe verschiedener Art verwendet, die glatt über einen Rahmen oder zur Ver-

Fig. 172.

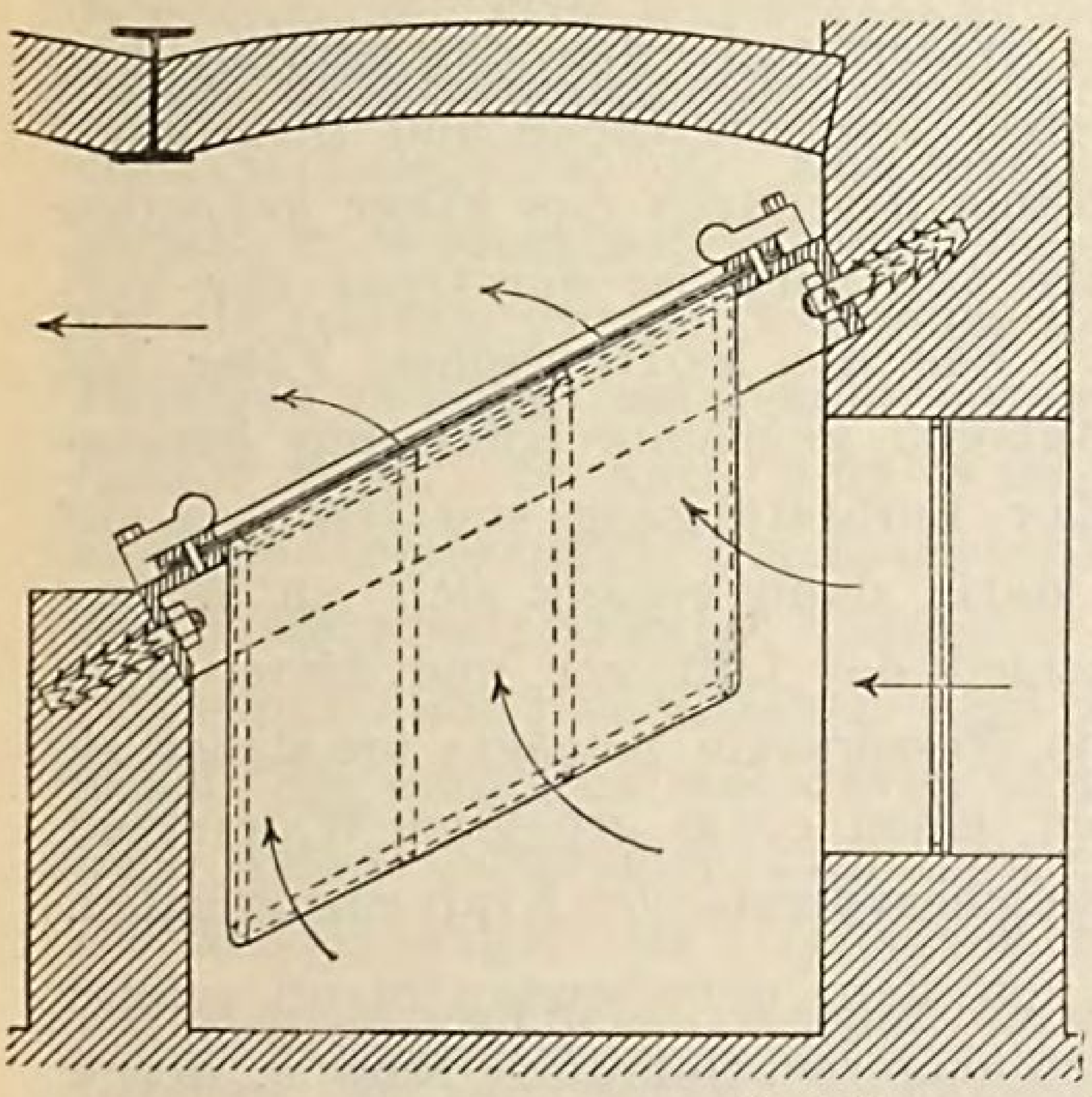
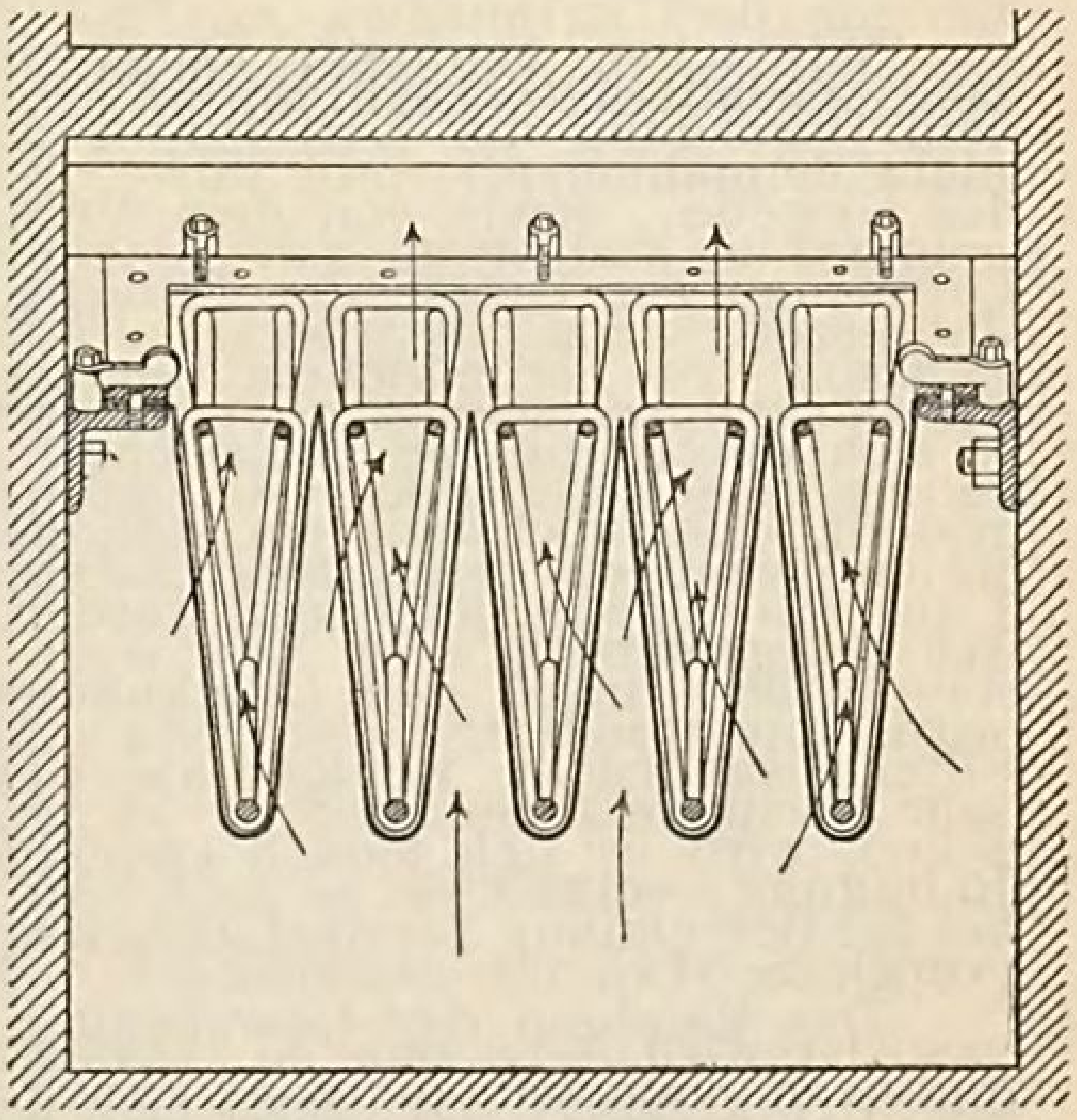


Fig. 173.



Luftfilter von Dr. Karl Möller.

grösserung der Filterfläche zickzackförmig über Stäbe gespannt und so in den Luftkanal oder in eine Erweiterung desselben eingesetzt werden. David Grove in Berlin bildet das Filter aus lotrecht neben einander gestellten, rauhhaarigen Gewebestreifen, die im Querschnitt winklig gekrümmt sind; die Staubteile setzen sich beim Durchzug der Luft durch die engen gekrümmten Zwischenräume des Filters an den in denselben befindlichen Gewebehärchen ab, jedoch wird eine gründliche Reinigung der Luft hierbei nicht entstehen.

Ein besonders dichtes und dickes Baumwollengewebe enthalten die von K. & Th. Möller in Brackwede i. W. gelieferten Filter, die nach der Angabe von Dr. Karl Möller (D. R. P. No. 26663) in der durch Fig. 172 und 173 verdeutlichten Form angefertigt werden.

Die Filtertaschen werden durch eingesteckte Gestelle von Stuhlrohr auseinander gehalten und an einen Winkeleisenrahmen mittels einiger Vorreiber festgeklemmt, der an der Wand der Filterkammer befestigt wird. Auf diese Weise ist eine grosse Filterfläche auf verhältnismässig kleinem Raum untergebracht, und das Filtertuch kann behufs Reinigung leicht ausgewechselt werden. Bei niedrigen Filterkammern wird der Rahmen wagerecht gelegt, bei hohen Kammern mit geringer Grundfläche geneigt, wie es die Figuren darstellen, oder senkrecht angeordnet. Neuerdings hat Dr. Möller ein Filter konstruiert, das aus einer grösseren Zahl nebeneinander angebrachter Gewebeschläuche besteht, die an beiden Enden offen sind und durch welche die zu reinigende Luft mittels eines Gebläses getrieben wird. Dieses Filter soll zu dem besonderen Zweck dienen, die aus den Arbeitssälen der Textilindustrie zu entfernende Luft von den mitgeführten Staubteilen zu befreien, um sie den Räumen, nötigenfalls auch mit frischer Luft gemischt, wieder zuführen zu können. Eine solche Filteranlage findet sich in dem V. Abschnitt dieses Werkes beschrieben; über die Gesichtspunkte, welche bei der Wiederverwendung gereinigter Raumluft zur Luftversorgung von Arbeitsräumen in Betracht kommen, ist S. 340 Näheres gesagt worden.

Wie schon erwähnt, hängt der Widerstand, den das Gewebefilter dem Durchgang der Luft entgegensetzt, von der Dicke und Dichtigkeit des Gewebes, sowie von dem Verhältnis der durch das Filter gehenden Luftmenge zur Grösse der Filterfläche ab; auch ist der Grad der Verstaubung von erheblichem Einfluss. Für die Möller'schen Filter hat es sich durch die bei zahlreichen Anlagen gemachte Erfahrung herausgestellt, dass höchstens ein stündlicher Luftdurchgang von 100 cbm auf 1 qm Filterfläche gerechnet werden darf; dann ergiebt sich ein Widerstand, der, durch den Druckunterschied der Luft vor und hinter dem Filter ausgedrückt, weniger als 1 mm Wassersäule beträgt; um sicher zu gehen, wird es sich jedoch empfehlen, einen etwas grösseren Widerstand bei der Berechnung der die Luftbewegung hervorrufenden Kraft anzunehmen.

Das Reinigen der Gewebefilter von dem anhaftenden Staub erfolgt durch Abklopfen; nur wenn sich nach längerem Gebrauch Russ u. dergl. festgesetzt hat, der durch Klopfen nicht zu beseitigen ist, muss ein Auswaschen stattfinden, das am besten in den sogenannten chemischen Waschanstalten geschieht. Es kommen auch Filter zur Anwendung, welche im Filterraum durch Rütteln und Beklopfen mittels mechanischer Einrichtungen gereinigt werden; grössere Anwendung finden diese Vorkehrungen bei den Staubfiltern, welche zur Abscheidung des Staubes aus der abzuführenden Luft benutzt werden (vergl. V. Abschnitt). Bei dem bereits erwähnten Möller'schen Röhrenfilter werden die Filterschläuche durch Abbürsten gereinigt.

Um das Festsetzen des Staubes möglichst zu verhüten, ist bei der Gestaltung der Filter darauf zu achten, dass die Filtergewebe mit der dem Luftstrom zugekehrten Seite möglichst nach abwärts liegen, so dass der Staub von selbst abfallen kann.

Zu erwähnen ist noch, dass manchmal auch Gewebefilter Verwendung finden, welche fortdauernd benetzt werden, um einerseits die durchziehende Luft zu befeuchten (vergl. S. 375), andererseits die Wirkung des Filters zu erhöhen. Solche feuchten Filter sind jedoch nicht zu empfehlen, da sie leicht faulen und auch wegen der Gefriergefahr für die Reinigung kalter Luft im Winter nicht benutzt werden können.

e. Befeuchtung und Trocknung der Luft.

Eine gewisse Luftmenge enthält in gesättigtem Zustande bei einer bestimmten Temperatur eine bestimmte Wassermenge in Dampfform, z. B. beträgt der Wassergehalt von 1 cbm gesättigter Luft bei — 20° Temperatur 1,06, bei 0° 4,9, bei 15° 12,8, bei 20° 17,2, bei 40° 51,0 g. Das Verhältnis der in einer gewissen Luftmenge wirklich vorhandenen Wassermenge zum Wassergehalt der Luft im gesättigten Zustande bei derselben Temperatur heisst, in Prozenten ausgedrückt, relative Feuchtigkeit; als absolute Feuchtigkeit wird der vorhandene Wassergehalt, in Gramm ausgedrückt, bezeichnet. Von hygienischem Interesse ist die relative Feuchtigkeit oder das Sättigungsdefizit, welches die Differenz zwischen maximaler und wirklich vorhandener absoluter Feuchtigkeit misst. Je nach dem Wassergehalt der Luft vermag diese auf einzelne Äusserungen des Lebensprozesses, und zwar vorzugsweise auf die Wasserdampfabgabe, mittelbar auch auf die Wärmeabgabe einzuwirken; diese Beeinflussung wird aber nicht von dem absoluten Wassergehalt der Luft, sondern davon abhängen, in welchem Maasse die Luft noch Wasser aufnehmen kann. Es würde hier zu weit führen, näher auf die Anschauungen der Hygieniker über den Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf den menschlichen Körper einzugehen; in den hygienischen Lehrbüchern, in zahlreichen Abhandlungen hygienischer Zeitschriften finden sich diese, zum Teil auf Versuche gegründeten Anschauungen niedergelegt, die aber zu einer vollständigen Klärung der Frage noch nicht geführt haben. Die praktische Hygiene muss sich daher zur Zeit damit begnügen, dass ein relativer Feuchtigkeitsgrad von 50 bis 70 % in den Räumen zu erhalten ist, da bei diesem erfahrungsgemäss die meisten Menschen keine unangenehmen Einwirkungen wahrnehmen.

Es kann aber sehr leicht der Fall eintreten, dass bei Heizungs- und Lüftungsanlagen dieser relative Feuchtigkeitsgrad nicht entsteht, wenn er nicht durch besondere Einrichtungen erzeugt wird. Durch die Erwärmung der Luft, welche im Winter den Arbeitsräumen zur Heizung und Lüftung zugeführt wird, ergiebt sich gewöhnlich ein so geringer Feuchtigkeitsgrad, dass berechtigte Klagen über zu trockene Luft laut werden. Wird z. B. von aussen Luft bei 0° entnommen und hat diese

eine relative Feuchtigkeit von 80 $^0/_0$, so enthält 1 cbm derselben 3,9 g Wasser; wird diese Luft auf 40^0 erwärmt, um mit dieser Temperatur den Räumen zugeführt zu werden, so ergiebt der absolute Wassergehalt nur eine relative Feuchtigkeit von kaum 8 $^0/_0$, und auch nach der Abkühlung im Arbeitsraum auf vielleicht 20^0 nur einen solchen von 23 $^0/_0$. Allerdings wird durch die Wasserdampfausscheidung der Menschen der Feuchtigkeitsgrad erhöht, jedoch meistens nicht in genügendem Maasse.

Bei manchen Arbeitsprozessen tritt aber noch eine besondere Austrocknung der Luft ein; so nimmt z. B. in Spinnereien und Webereien der Faden infolge seiner hygroskopischen Eigenschaft Wasser auf, während andererseits das Verarbeiten der Fasern zu Fäden und der Fäden zu Geweben einen bestimmten Feuchtigkeitsgehalt der Luft erfordert, da in wasserarmer Luft die Fäden leicht brüchig werden. Nach den Angaben, welche in einer von der Industriellen Gesellschaft in Mülhausen zur Untersuchung der Ventilation und Befeuchtung der Arbeitssäle eingesetzten Kommission gemacht worden sind,[1]) soll der günstigste Feuchtigkeitsgehalt für Wollspinnereien 70 bis 75 $^0/_0$ bei 21^0 Temperatur sein, für Baumwollspinnereien genügen 50 $^0/_0$, um einen wenig gezwirnten Schussfaden zu spinnen, während für eine stark gezwirnte Kette 70 $^0/_0$ notwendig sind; die Temperatur der Spinnsäle soll 21 bis 23^0 betragen; für die Weberei ist grosser Feuchtigkeitsgehalt, bis 80 $^0/_0$, günstig. Es ist nur durch besondere Einrichtungen möglich, so hohe Feuchtigkeitsgrade zu erzielen, und daher finden sich insbesondere für Spinnereien und Webereien Befeuchtungsvorrichtungen angebracht. Für andere Arbeitsräume wird im einzelnen Fall zu erwägen sein, ob eine Befeuchtung notwendig wird.

Die Wasserzuführung zur Luft kann entweder im Arbeitsraum selbst oder ausserhalb desselben bewirkt werden; letzteres ist natürlich nur dann anzuordnen, wenn dem Raum frische Luft von aussen oder bei Heizung mit Luftumlauf die aus dem Raum genommene Luft wieder zugeführt wird. Die Menge des der Luft beizumengenden Wassers hängt ausser von der zuzuführenden Luftmenge von dem Feuchtigkeitsgehalt und der Temperatur derselben ab; diese Wassermenge muss also nach Bedarf verändert werden können, was durch entsprechende Einstellung der Wasserzuführungsvorrichtung nach Angabe genauer, in den Arbeitsräumen angebrachter Hygrometer erfolgt.

Ein sicheres, leicht regulierendes Mittel zur Erzielung eines bestimmten Feuchtigkeitsgrades besteht darin, dass die von aussen entnommene Luft zuerst bei der durch Rechnung bestimmbaren Temperatur mit Wasser

[1]) Jahresbericht der Industriellen Gesellschaft von Mülhausen 1992, S. 106.

gesättigt und dann auf die Temperatur der Arbeitsräume erwärmt wird. Ist letztere z. B. 20° und soll die Luft 60 % relative Feuchtigkeit besitzen, so muss 1 cbm 10,7 g Wasser enthalten; diese Wassermenge ist aber in 1 cbm gesättigter Luft von 12° vorhanden, also muss die von aussen entnommene Luft bei dieser Temperatur gesättigt werden.

Wird die Wasserdampfausscheidung der im Raum enthaltenen Personen berücksichtigt und würden für einen Arbeiter 40 cbm Luft stündlich zugeführt, so beträgt, da eine erwachsene männliche Person etwa 100 g Wasserdampf stündlich ausscheidet, die auf 1 cbm Luft treffende Wasserzuführung 2,5 g, es braucht also die dem Raum zugeführte Luft nur 10,7 — 2,5 = 8,2 g Wasser zu enthalten, woraus sich ergiebt, dass die Luft bei 8° mit Wasser zu sättigen ist.

Das vorerwähnte Verfahren findet selten Anwendung, da es eine doppelte Erwärmung der Luft erfordert und daher nur für grosse Lüftungsanlagen, die mit einer Vorwärmung der Luft arbeiten, sich empfiehlt. Die gewöhnlichen Mittel der Luftbefeuchtung bestehen in Einrichtungen zur Verdunstung und Zerstäubung von Wasser oder zur Dampfzuführung.

In einfacher Weise erfolgt Wasserverdunstung durch Aufstellung flacher, offener, mit Wasser gefüllter Schalen in den zur Erwärmung der Luft angeordneten Heizkammern oder in den Arbeitsräumen selbst. Um bei diesen Einrichtungen die Verdunstung regulieren zu können, werden die Gefässe so hergestellt, dass sie sich nach oben stark erweitern; durch Veränderung der Wasserhöhe wird dann die Verdunstungsfläche geändert. Um die Verdunstung zu verstärken, werden auch in die Wasserfüllung Dampfröhren gelegt, wenn Dampf für andere Zwecke vorhanden ist. Die Dampfröhren werden hierbei geneigt angeordnet, so dass je nach der regulierbaren Höhe der Wasserfüllung im Verdunstungsgefäss mehr oder weniger Wasser mit dem Heizrohr in Berührung kommt und demnach der Grad der Verdampfung sich ändert.

Für die Abgabe grosser Wassermengen eignen sich solche Verdunstungsgefässe wenig, da sie dann zu gross werden oder in grosser Anzahl aufgestellt werden müssen; auch ist zu beachten, dass die Gefässe häufig gereinigt werden müssen, da sich in ihnen allmählich durch die aus der Luft sich absetzenden Unreinigkeiten Schlamm bildet.

Bessere Wirkung haben diejenigen Einrichtungen, bei welchen der Luftstrom an benetzten Flächen vorbei oder durch diese geführt wird, so dass er infolge der unmittelbaren Berührung mit dem Wasser solches durch Verdunstung aufnehmen kann. Es ist schon erwähnt worden (S. 373), dass Gewebefilter zur Anwendung kommen, welche entweder fortdauernd mit Wasser berieselt oder dadurch stets nass gehalten werden, dass sie mit dem unteren Ende in eine mit Wasser gefüllte Rinne hängen und daher

Wasser ansaugen. Solche nassen Filtertücher befeuchten und reinigen wohl die durchströmende Luft, sind aber nicht zweckmässig, da sie leicht faulen und sich auf ihnen aus dem sich absetzenden Staub eine Schlammdecke bildet, welche den Luftdurchgang erschwert und die Luft wieder verunreinigt.

Durch Verdunstung wirken auch benetzte Tücher, die in den Arbeitsräumen selbst aufgehängt werden. Nach der Angabe von Dr. H. Wolpert wird das Tuch vor einem Ofen als Rollhang so angebracht, dass es mit dem oberen Ende über eine Walze gewickelt ist, welche in einem Wassergefäss liegt und von aussen gedreht werden kann, so dass das herabhängende Tuchstück sich aufwickeln lässt, um die Verdunstungsfläche nach Bedarf einzustellen. In Schweizer Fabriken findet sich eine ähnliche Einrichtung, bei welcher das Tuch als endloses Stück über zwei in einem hohen Gestell über einander gelagerte Walzen gezogen ist. Die untere Walze läuft in einer mit Wasser gefüllten Rinne, die obere wird von der Fabriktransmission aus in langsame Drehung versetzt, wodurch das Tuch stets beim Durchlaufen des Wassergefässes Wasser ansaugt; eine Regulierung der Verdunstung lässt sich hierbei nur durch Änderung der Geschwindigkeit der Bewegung des Tuches erzielen.

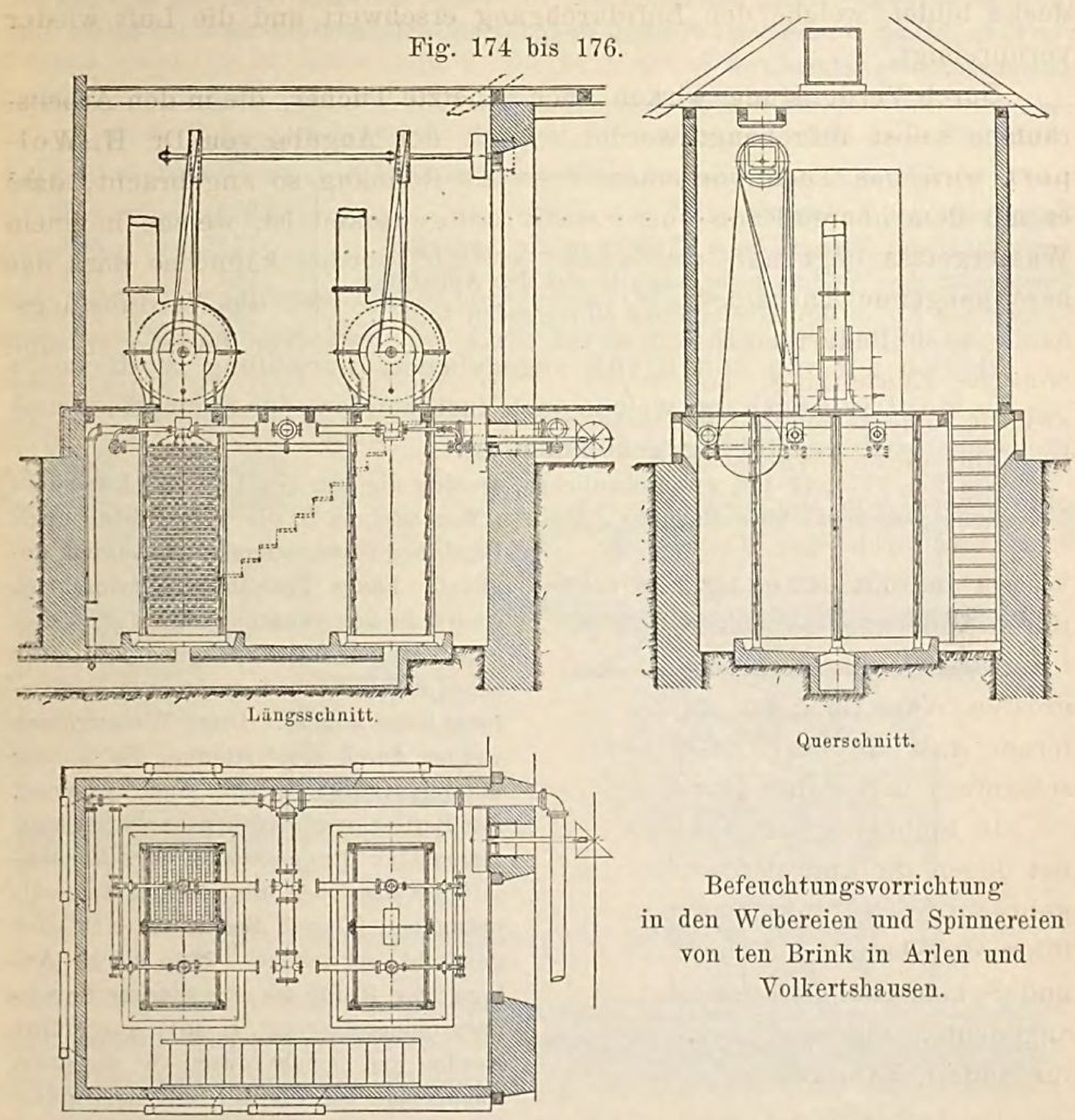
Diese Verdunstungstücher haben den Nachteil, dass sie auch keine grossen Wassermengen abgeben können, dass sie viel Platz einnehmen, ferner dass sie durch den sich an ihnen absetzenden Staub leicht verschmutzen und daher häufig gereinigt werden müssen.

In Spinnereien und Webereien sind Einrichtungen getroffen worden, bei denen die Luft in möglichst innige Berührung mit benetzten Flächen gebracht wird, die ausserhalb der Arbeitsräume in dem die Luft zuführenden Hauptkanal angeordnet sind. ten Brink hat in seinen Webereien und Spinnereien in Arlen und Volkertshausen die in den Fig. 174 bis 176 angedeutete Einrichtung angeordnet, welche sich bewährt hat und daher für andere Fabriken gleicher Art ebenfalls angebracht wurde.

Die Luft wird von Schleudergebläsen angesaugt und strömt durch senkrechte Kästen von 1 qm Querschnitt und 2 m Höhe, in welchen rauhe Tannenlatten kreuzweise über einander gelegt sind. Auf dieses Lattenwerk wird von oben im Sommer kaltes Quellwasser, im Winter das Kondensationswasser der Dampfmaschinen gespritzt; die von unten nach oben durchgesaugte Luft kühlt sich im Sommer erheblich ab, während sie im Winter warm genug wird, um zur Heizung der Arbeitssäle zu dienen. Nur an sehr kalten Tagen muss für die ersten Vormittagsstunden besonders heisses Wasser verwendet werden, welches in einem Behälter besonders zu diesem Zweck durch Dampf auf etwa 50° erhitzt wird; dasselbe kühlt sich in den Befeuchtungsapparaten auf etwa 25° ab und wird dann durch eine Pumpe wieder in den Heizbehälter gehoben. Die aus den Apparaten strömende Luft hat einen grossen Feuchtigkeitsgehalt, der im Sommer etwa 90 %, im Winter, bei Benutzung von Wasser zu 25 bis 30° Wärme, 98 bis 100 % beträgt. Die Luft in den Sälen hat durchschnittlich im Sommer 75 bis 78 %,

im Winter 80 bis 82 % relative Feuchtigkeit; der geringere Grad im Sommer erklärt sich daraus, dass die einströmende, gekühlte Luft in den Sälen auf die Temperatur derselben sich erwärmt, wodurch der relative Feuchtigkeitsgrad sinkt.

Fig. 174 bis 176.



Längsschnitt. Querschnitt. Grundriss.

Befeuchtungsvorrichtung in den Webereien und Spinnereien von ten Brink in Arlen und Volkertshausen.

Es wird gewöhnlich frische, von aussen entnommene Luft in die Räume eingeführt; nur an besonders kalten Tagen würde es nicht möglich sein, auf die erwähnte Weise die Temperatur in den Arbeitssälen auf 18 bis 20° zu bringen; es wird dann ein Teil der durch die Befeuchtungsapparate getriebenen Luft aus den Arbeitsräumen genommen. Die verunreinigte Luft entweicht aus diesen durch Flügel, die in jedem Fenster angebracht sind und sich unter dem in den Arbeitssälen entstehenden Luftüberdruck von selbst öffnen.

Die Ergebnisse der Anlage zeigen sich ungefähr in folgenden Zahlen: einer der Arbeitssäle hat einen Rauminhalt von 8500 cbm; die beiden für ihn angebrachten Gebläse, welche eine Betriebsarbeit von etwa 8 Pferdestärken erfordern, liefern zusammen 4 cbm Luft in der Sekunde, also stündlich 14 400 cbm; es wird demnach die Raumluft nach

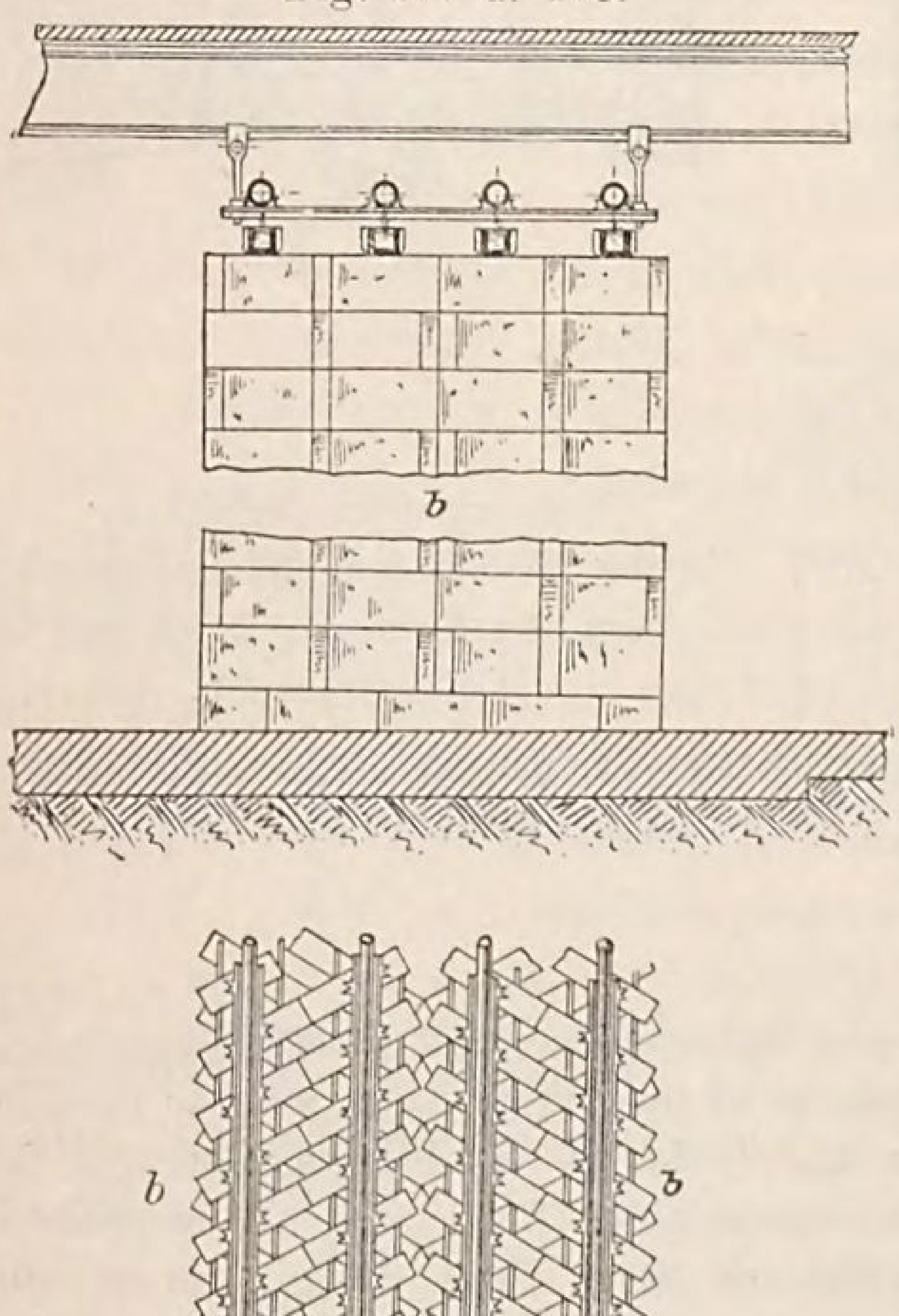
je 35 Minuten erneuert. In dem Saal sind 200 Arbeiter beschäftigt; auf jeden derselben kommen daher stündlich 72 cbm Frischluft. Die Temperatur wird im Winter auf 18 bis 20° gehalten; im Sommer steigt sie nie über 25°, was bei der reichlichen Frischlufteinführung noch völlig erträglich ist. Die Temperaturverhältnisse der Luft und des zur Befeuchtung verwendeten Wassers sind, für einen heissen und für einen kalten Tag genommen, etwa folgende:

	Sommer	Winter
Temperatur der Aussenluft	30°	4°
Temperatur des Wassers beim Eintritt in die Apparate . .	12°	32°
Temperatur des Wassers beim Austritt aus den Apparaten .	16°	16°
Temperatur der in die Arbeitsräume eintretenden Luft . .	24°	20°

Ähnlich der von ten Brink angegebenen Einrichtung ist diejenige von E. Mehl in Augsburg, welche auch insbesondere für Spinnereien und Webereien zur Ausführung gekommen ist.

Wie Fig. 177 und 178 veranschaulichen, werden die von der Luft durchströmten Berieselungspfeiler aus über einander gestellten Mauersteinen b, die ohne Mörtel durch Bandeisen zusammengehalten werden, gebildet. Längs der oberen Steinschicht stehen in der ganzen Länge der Pfeiler gusseiserne Wasserkästchen mit je einer Schnauze links und rechts zur Berieselung jedes Steines. Diese Wasserrinnen werden durch Kupferröhren, die an der unteren Seite gelocht sind, gespeist. Zur Berieselung wird je nach der Aussentemperatur Brunnenwasser oder Kondensationswasser der Betriebsdampfmaschinenanlage, je nach Bedarf für sich oder gemischt, verwendet. Eine solche Anlage ist z. B. für die Augsburger Kammgarnspinnerei (vergl. S. 361) ausgeführt worden und ergiebt sowohl für die Lufttemperatur wie für die Luftfeuchtigkeit befriedigende Resultate.

Fig. 177 u. 178.



Luftbefeuchtungsvorrichtung in der Augsburger Kammgarnspinnerei.

Eine Befeuchtung der Luft an benetzten Flächen findet auch statt bei dem von Schmid & Köchlin angegebenen Apparat (Fig. 179 und 180), der insbesondere in Elsässer Webereien und Spinnereien Anwendung gefunden hat und in den Arbeitssälen selbst untergebracht wird.

Unter der Decke wird ein Gehäuse

aufgehängt, welches ein Schraubenradgebläse enthält, das die von aussen oder aus dem Raum entnommene Luft durch einen aus zahlreichen Längsstäben gebildeten Korb saugt, der in einer an das Radgehäuse anschliessenden Blechtrommel von der Welle des Gebläses aus eine langsame Drehung erhält. In der Achse dieses Korbes ist eine mit feinen Löchern versehene Röhre angebracht, aus welcher Wasser in dünnen Strahlen gegen die Korbstäbe spritzt. Die zu beiden Seiten der Blechtrommel eintretende Luft bespült diese benetzten Stäbe und tritt dann in den Arbeitsraum.

Andere Befeuchtungsvorrichtungen kennzeichnen sich dadurch, dass die Luft durch Wasserschleier oder Wasserschichten getrieben wird. Erstere werden dadurch gebildet, dass das Wasser aus über einander gestellten Kästen kaskadenartig von einem zum andern fliesst oder dass aus einem geschlitzten Kasten oder Rohr Wasser in breiter Fläche abströmt. Das Durchtreiben der Luft durch mit Wasser gefüllte Gefässe,

Fig. 179.

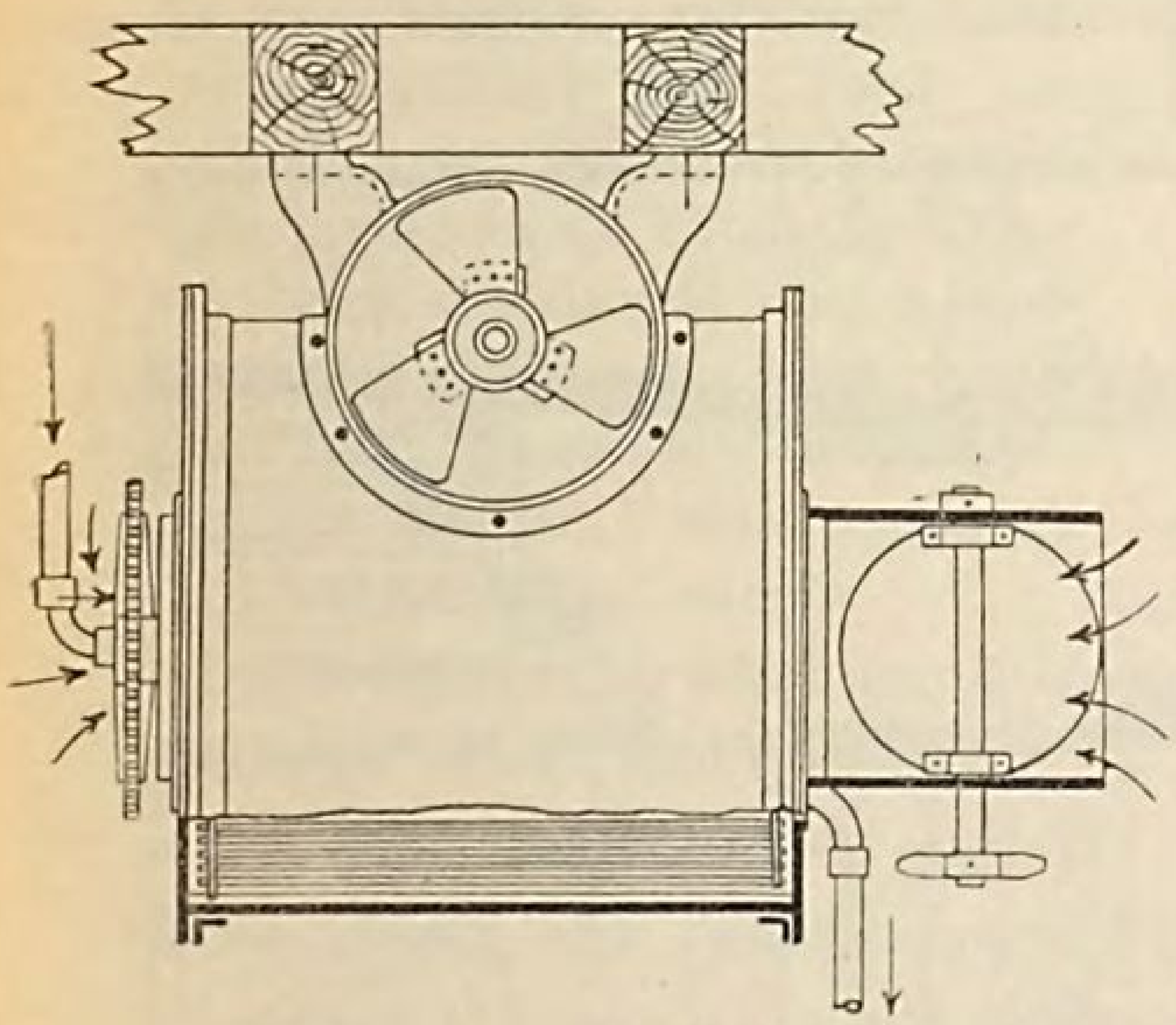
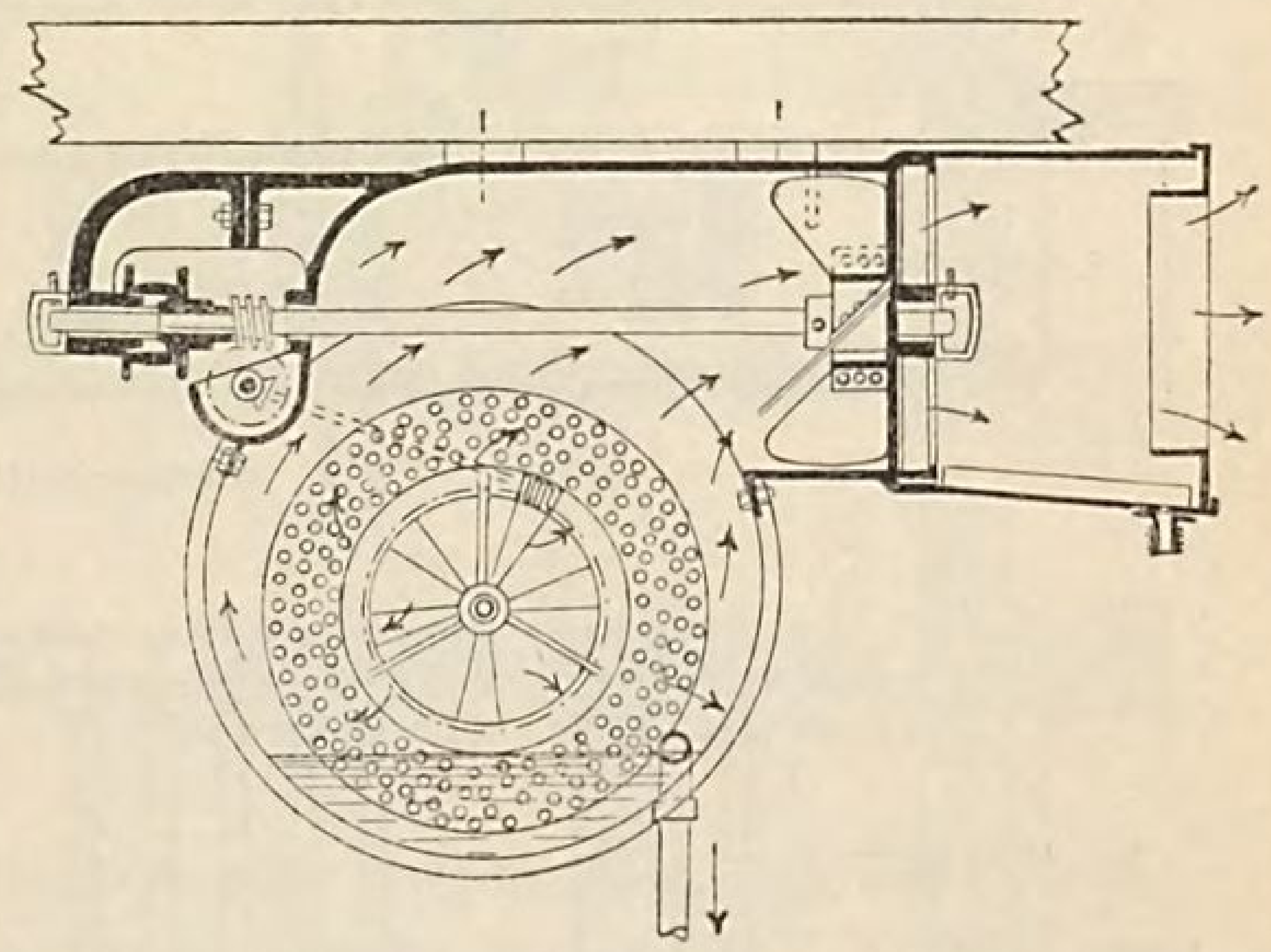


Fig. 180.



Luftbefeuchtungsvorrichtung von Schmid & Köchlin.

wobei die Luft durch ein in den Wasserraum gelegtes, gelochtes Rohr fein zerteilt wird, findet selten Anwendung, da hierbei verhältnismässig grosse Apparate und zur Überwindung des Wasserdrucks starke Gebläse notwendig werden.

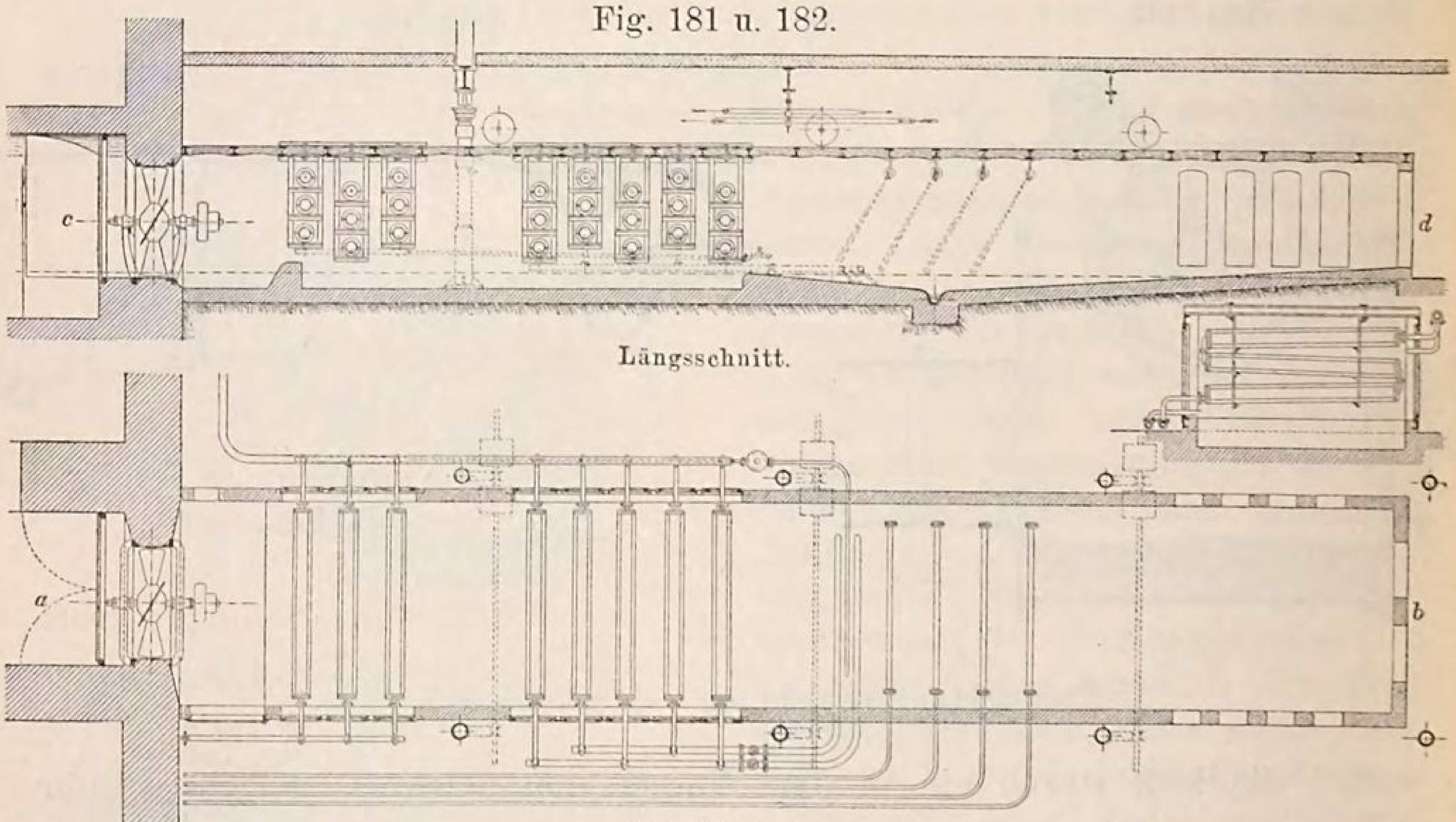
Häufig finden Befeuchtungsvorrichtungen Anwendung, bei welchen das Wasser in feine Tropfen aufgelöst wird, mit denen die Luft in innige Berührung gelangt. Die Zerteilung des Wassers erfolgt dadurch, dass dasselbe unter Druck aus fein gelochten Röhren, durch feines Drahtgewebe strömt oder aus engen Düsen gegen Flächen oder Kanten gespritzt wird; es kann die Luft auch durch einen Kanal getrieben werden, durch dessen mit vielen Löchern versehene Decke Wasser fliesst.

Ein Beispiel für die Anordnung eines Wasserregens giebt die für die Filiale in Zeil der mechanischen Baumwoll-Spinnerei und Weberei in Bamberg von Johannes Haag in Augsburg ausgeführte Anlage.

Wie Fig. 181 und 182 veranschaulichen, wird die von aussen entnommene Luft von einem Schraubenradgebläse zunächst an Rippenröhren vorbeigetrieben, welche im Winter mit Dampf zur Erwärmung der Luft gespeist werden. Hierauf durchströmt die Luft einen sich viermal wiederholenden Wasserregen, der durch den Austritt von Wasser aus vier an der Decke aufgehängten gelochten Kupferröhren entsteht, welche zur Absperrung des Wasserzuflusses mit Ventilen versehen sind. Der Boden dieser Befeuchtungskammer ist mit Gefälle in Beton ausgeführt, so dass das nicht von der Luft aufgenommene Wasser sich sammelt und durch eine Rinne abfliessen kann; in diese gelangt auch das Niederschlagswasser der Dampfheizung.

Brausen werden in verschiedener Bauart zur Befeuchtung angewendet; die gewöhnliche Form, bei welcher das Wasser aus mehreren feinen Löchern unter Druck ausspritzt, giebt keine sehr feine Zerstäubung und hat auch den Nachteil, dass bei nicht sehr reinem Wasser die

Fig. 181 u. 182.



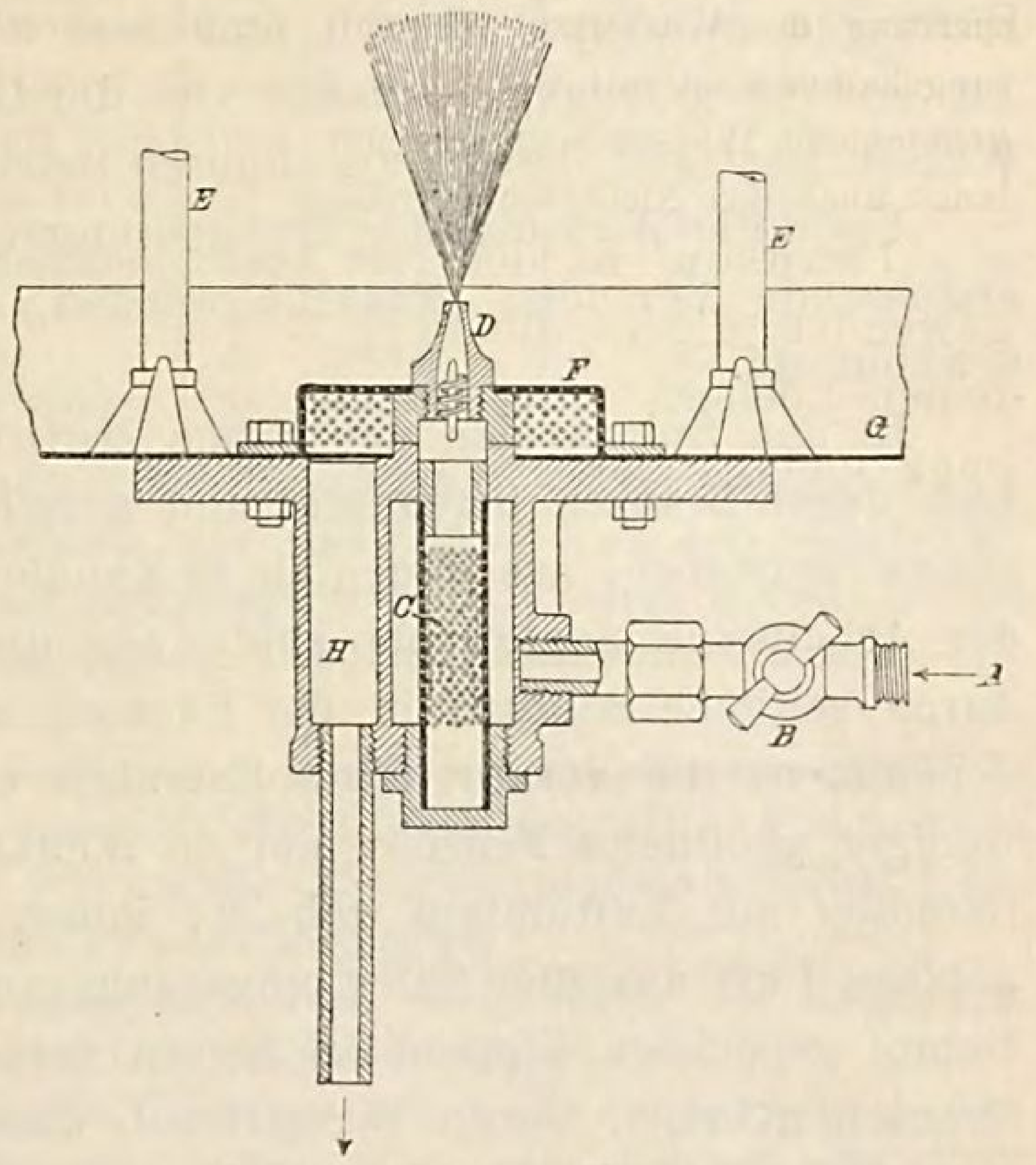
Heizungs- und Lüftungsanlage der Filiale Zeil der Baumwoll-Spinnerei und Weberei in Bamberg, ausgeführt von Johannes Haag in Augsburg.

Löcher sich allmählich verstopfen. Zweckmässiger ist die von M. Lutzner angegebene und von A. Claus & Co. in Berlin gelieferte Brause, bei welcher das Wasser zunächst die feinen Austrittskanäle reinigt und dann, wie schon erwähnt (S. 352), infolge des Zusammentreffens dreier feiner Strahlen an einem Punkt zerstäubt. Eine andere, mit Erfolg zur häufigen Anwendung gelangte Form liefern Gebr. Körting in Hannover.

Wie Fig. 183 verdeutlicht, tritt das durch die Leitung A, welche mit einem Absperrventil B versehen ist, unter Druck zugeführte Wasser nach Durchströmen eines Reinigungssiebes C in die Streudüse D, in welcher eine Schraubenfläche dem Wasser eine kreisende Bewegung erteilt, infolge deren dasselbe beim Austritt sich äusserst fein

zerteilt. Die von der Seite zutretende Luft wird mit fortgerissen und kommt in innige Berührung mit dem Wasserstaub. Wird der Apparat in dem Arbeitssaal selbst angebracht, so wird ein Blechgehäuse angewendet, welches mit der in Fig. 183 angegebenen Einrichtung durch vier hohle Säulchen E verbunden ist und eine oder zwei seitliche Mündungen hat, durch welche die befeuchtete Luft in den Arbeitsraum strömt; im Gehäuse und durch die an den Mündungen angebrachten Fangbleche werden schwerere Wassertropfen aufgenommen; dieses Wasser läuft aus dem Gehäuse durch die Röhrchen E in den Teller G, in welchem sich auch die von der Luft nicht aufgenommenen Tropfen sammeln. Das Wasser gelangt dann durch ein Sieb F in den Ablauf H. Bei voller Öffnung des in die Zuleitung eingeschalteten Ventils und bei 6 Atmosphären Wasserdruck treten ungefähr 100 l Wasser aus dem Apparat, von welchen 5 bis 6 l von der Luft aufgenommen werden.

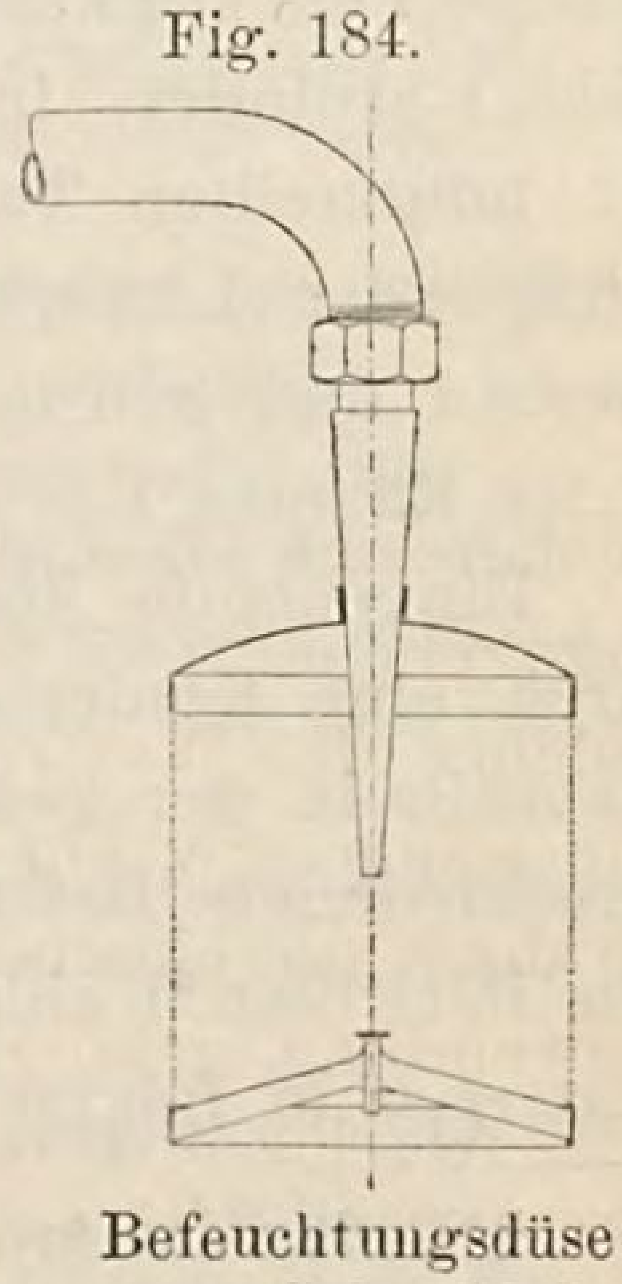
Fig. 183.



Luftbefeuchtungsvorrichtung von Gebr. Körting in Hannover.

Eine feine Zerstäubung des Wassers wird auch erhalten, wenn dasselbe aus einer engen Düse gegen ein feststehendes Plättchen oder gegen eine Schneide trifft. In dieser Weise wirken die Wasserbrausen, welche Gebr. Clad in Reichenbach i. V. bei den von ihnen gebauten Lüftungs- und Befeuchtungsanlagen anwenden (vgl. S. 364); die besondere Bauart der Brause ist in Fig. 184 angedeutet.

Fig. 184.



Befeuchtungsdüse von Gebr. Clad in Reichenbach i. V.

Die mit Wasserdruck getriebenen Radgebläse (vgl. S. 351) sind häufig gleichzeitig mit einer Vorrichtung zur Wasserzerstäubung versehen. Das Radgebläse „Aërophor“, welches Treutler & Schwarz in Berlin liefern, wird z. B. auch mit einer Einrichtung versehen, bei welcher ein Teil des zum Betrieb des Gebläses verwendeten Kraftwassers auf eine mit diesem sich drehende Scheibe geleitet und von dieser dann gegen die Gehäusewand geschleudert wird.

Bei fast allen vorgenannten Befeuchtungs-

vorrichtungen muss das Wasser unter Druck austreten, der häufig in einer zur Verfügung stehenden Wasserleitung vorhanden ist oder besonders durch eine Pumpe erzeugt werden muss.

Zu beachten ist noch, dass die Befeuchtungseinrichtungen vor dem Einfrieren geschützt werden und dass nur möglichst reines Wasser zur Anwendung gelangt; das nicht von der Luft aufgenommene, abfliessende Wasser lässt sich häufig zu anderen Betriebszwecken wieder verwenden.

Über die Wirkung der Befeuchtungsvorrichtungen sind verschiedene umfassende Versuche gemacht worden, von denen hier noch einiges erwähnt sei.

In den Spinnereien der Firma Heinrich Kunz in Zürich wird die Luft durch Brausen befeuchtet und durch Radgebläse in lotrechte Wandkanäle getrieben, aus denen sie in Kanäle strömt, welche unter der Decke der Arbeitssäle angebracht sind; aus diesen Kanälen gelangt die Luft durch seitliche Schlitze in die Räume; die Luft wird aus dem Freien genommen, die verunreinigte Raumluft entweicht durch die mehr oder weniger geöffneten Fenster; nur im Winter wird aus den S. 317 erwähnten Gründen mit Luftumlauf geheizt, indem unter der Wirkung der Radgebläse Luft aus den Sälen abgesaugt und zu ihrer Erwärmung an mit Dampf gespeisten Rippenheizkörpern vorbeibewegt wird, ehe sie zu den Brausen gelangt, deren Wasserstaub dann auch einen grossen Teil des von der Luft mitgeführten Staubes niederschlägt. Die Lufterneuerung findet im Winter also nur infolge natürlicher Lüftung statt, ist aber ausreichend.

Nach den in einer Schrift[1]) „Ventilation und Luftbefeuchtung in der Praxis“ gemachten Angaben hat sich bei Versuchen ergeben, dass der relative Feuchtigkeitsgehalt der Raumluft, wenn die erwähnte Befeuchtung nicht stattfindet, insbesondere im Winter sehr gering wird; die Zahlen der mitgeteilten Tabellen bewegen sich meist zwischen 20 und 40 $^0/_0$. Infolge der Lüftung und Befeuchtung stieg der Feuchtigkeitsgrad bedeutend und betrug meist über 60 $^0/_0$. Im Sommer blieb die Temperatur in den Räumen 1 bis 3^0 unter derjenigen im Freien, im Norden gemessen.

Eingehende Versuche hat die Industrielle Gesellschaft in Mülhausen durch eine Kommission ausführen lassen; es wurden acht Spinn- und Websäle in der Zeit vom 20. bis 25. Juli 1891 untersucht, welche mit verschiedenen Befeuchtungsvorrichtungen versehen sind. Aus den in den Berichten[2]) eingehend mitgeteilten Ergebnissen sind die bemerkenswertesten in folgender Tabelle für sechs Säle zusammengestellt:

[1]) Verlag des Art. Instituts Orell Füssli in Zürich.

[2]) Jahresbericht der Industriellen Gesellschaft in Mülhausen 1892 und Bulletin de la société industrielle, Oktober-November-Heft 1891.

Saal	Rauminhalt des Saales cbm	Zahl der Webstühle bezw. Spindeln	Zahl der Arbeiter	Luftraum für 1 Arbeiter cbm	System der Befeuchtung	Frischlufteinführung in 1 Sekunde cbm	Frischlufteinführung für 1 Arbeiter und Stunde cbm	Temperatur des benutzten Wassers Grad	Temperatur der zugeführten Luft Grad	Temperatur der Saalluft Grad	Relative Feuchtigkeit der eingeführten Luft %	Relative Feuchtigkeit der Saalluft %
1	11504	536 W.	292	39,3	ten Brink	5,5	67,5	—	13—17	20—25	65—75	55—61
2	12600	720 W.	355	35,5	Mehl	8,2	83,4	12—13	17—18	23—26	91—92	55—60
3	1620	102 W.	52	31	Schmid & Koechlin	0,51	35	—	21	21—26	81	54—64
6	19607	19200 Sp.	75	261	Treutler & Schwarz	5,3	253	21—24	—	25—30	—	62—69
7	16808	16540 Sp.	90	187	Mertz & Co.	4,9	196,4	—	—	24—29	—	67—71
8	29565	31800 Sp.	170	174	Treutler & Schwarz	4,0	84,7	13—19	—	25—29	—	71—77

Bei der für den Saal 1 vorhandenen ten Brink'schen Befeuchtungseinrichtung bedecken die Holzlatten 8,7 qm Bodenfläche und sind 2,45 m hoch aufgestapelt; die benetzte Fläche beträgt nach Abzug der Berührungsflächen der Latten unter sich etwa 1270 qm, also 110 qm für 1000 cbm Saalinhalt. Die Luft wurde durch ein Schiele'sches Radgebläse in den Saal getrieben.

Die für den Saal 2 vorhandene Einrichtung braucht einen Kellerraum von 20 m Länge, 2,9 m Breite und 2 m Höhe und enthält 29600 Backsteine, welche eine benetzte nutzbare Fläche von 3760 qm, also 335 qm für 1000 cbm Saalinhalt bilden. Die Bewegung der Luft erfolgte durch ein Ser'sches Radgebläse.

Im Saal 3 sind drei Befeuchtungsapparate nach dem System von Schmid & Köchlin aufgestellt, von denen der eine Luft von aussen nimmt.

Der Saal 6 ist mit 24 Apparaten von Treutler & Schwarz ausgerüstet, welche nur befeuchten; die Frischlufteinführung erfolgt durch zwei Schiele'sche Radgebläse.

Im Saal 7 sind 26 Wasserzerstäuber von E. Mertz & Co. angebracht, sechs von ihnen entnehmen an der Nordseite des Gebäudes Luft von aussen; die Absaugung der Raumluft erfolgt durch 7 Blackman'sche Radgebläse.

Im Saal 8 sind 43 Apparate von Treutler & Schwarz aufgestellt, von denen 14 längs der Nordost- und Südwestseite Luft von aussen entnehmen; die Abluft wird durch 4 Schraubenradgebläse entfernt. Durch Versuch hat sich ergeben, dass jeder der Befeuchtungsapparate 292 kg Wasser stündlich verbraucht hat, von welchen 8 kg durch die Luft aufgenommen worden sind.

Durch diese Versuche hat sich nun gezeigt, dass die Einrichtungen der Säle 1 und 2 eine genügende Lüftung ergaben, dass die Luft im Sommer abgekühlt wird und mit ziemlich konstanter Temperatur und Feuchtigkeit in den Arbeitssaal tritt, so dass die Luftbeschaffenheit in diesem auch bei Veränderung derjenigen der Aussenluft die gleiche bleibt; im Winter kann das Kondensationswasser der Betriebsdampfmaschinen zur Heizung der Säle teilweise ausgenutzt werden. Dagegen haben die Einrichtungen den Nachteil, dass sie grossen, in bestehenden Betrieben schwer zu beschaffenden Raum für die Aufstellung der Berieselungspfeiler brauchen und dass der Feuchtigkeitsgrad in der warmen Jahreszeit nicht genügend hoch erhalten werden kann, ohne zugleich die Temperatur der Arbeitsräume zu erhöhen.

Die im Saal 3 befindliche Einrichtung hat den Vorteil, dass sie sich leicht unterbringen lässt; im Sommer tritt eine Kühlung der Luft ein, im Winter kann die Wärme von Kondensationswasser zur Heizung ausgenutzt werden; die Luft wird in den Apparaten gereinigt. Dagegen wird es schwierig, im Sommer einen hohen

Feuchtigkeitsgrad zu erhalten; die Apparate bedürfen der Beaufsichtigung und müssen häufig gereinigt werden.

Die in den Sälen 6 bis 8 angebrachten Wasserzerstäuber haben den Vorteil, dass sie sich leicht anbringen lassen und im Sommer einen hohen Feuchtigkeitsgrad ergeben, ohne dass die Temperatur der Arbeitssäle so gross wird, als sie bei Verwendung von warmem Wasser bei den anderen Einrichtungen würde; der Feuchtigkeitsgrad kann leicht durch Veränderung der Wasserzuführung oder Ausschaltung einzelner Apparate reguliert werden. Dagegen haben sich folgende Nachteile ergeben: die Luft wird im Sommer nicht genügend abgekühlt; es ist schwer, den Saal im Sommer genügend zu lüften, ohne die Verteilung des zerstäubten Wassers zu beeinträchtigen; den Veränderungen in Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt der Aussenluft muss die Wirkung der Apparate angepasst werden, um den Zustand der Luft im Saal konstant zu erhalten; die Apparate müssen häufig nachgesehen und gereinigt werden.

Es ist noch zu erwähnen, dass auch Dampf zum Befeuchten manchmal Anwendung findet, indem in einfacher Weise Dampf in die Luftkanäle eingeblasen wird; um das dabei entstehende Geräusch zu mildern, wird die mit feinen Löchern versehene Dampfröhre mit Drahtgewebe mehrfach umwickelt oder in ein mit Kies, Glaskugeln, kleinen Steinen gefülltes Gefäss gelegt. Die Verwendung von Dampf ist wegen der damit verbundenen Erwärmung der Luft nur im Winter möglich; auch giebt Dampf leicht der Luft einen unangenehmen Geruch.

Die Trocknung der Luft zur Erzielung eines zweckmässigen Feuchtigkeitsgehaltes derselben würde manchmal erwünscht sein, insbesondere wenn durch Arbeitsprozesse Wasserdämpfe erzeugt werden, welche in die Raumluft gelangen. Die einzuführende Frischluft kann durch eine künstliche Kühlung (vergl. S. 385 ff.) getrocknet werden, da hierbei ein Teil des Wasserdampfes ausscheidet, doch wird selten von diesem Verfahren Gebrauch gemacht. Auch durch Vorbeileiten der Luft an Stoffen, welche Wasser aufzunehmen vermögen, wie z. B. frisch gebrannter Kalk, Chlorcalcium, liesse sich eine Trocknung erzielen, jedoch ist dieses Verfahren kaum jemals für die Lüftung von Arbeitsräumen zur Anwendung gekommen. Fast ausschliesslich wird eine Beseitigung der etwa entstehenden Wasserdämpfe durch vermehrten Luftwechsel, besonders durch Einführen warmer Luft, welche Wasserdampf aufzunehmen vermag, und durch Ableitung der gesättigten Luft bewirkt (vergl. S. 360).

Anhang.

Kühlung der Arbeitsräume.

In der heissen Jahreszeit steigt die Temperatur in Arbeitsräumen infolge der Wärmeübertragung der von der warmen Aussenluft bespülten und zum Teil auch von der Sonne bestrahlten Wände, Fenster, Dachflächen, dann infolge der Wärmeentwickelung der in den Räumen befindlichen Personen sowie der künstlichen Beleuchtung und mancher Arbeitsprozesse, ferner infolge der Wärmeabgabe von Feuerungsanlagen, Dampfkesseln, Dampfleitungen u. s. w. und der Wärmeübertragung durch die von aussen eintretende Luft oft so hoch, dass eine Kühlung in gesundheitlichem Interesse dringend erwünscht ist. Nur selten aber wird eine Kühlung durch besondere Einrichtungen bewirkt, da diese zum Teil nicht einfach zu gestalten sind und ihre Notwendigkeit nicht in dem Maasse sich geltend macht als die Anordnung von Heizungseinrichtungen für den Winter. Immerhin aber sollte der Frage der Kühlung der Arbeitsräume eine grössere Aufmerksamkeit als bisher geschenkt werden, und ist wenigstens dafür zu sorgen, dass die Wärmeabgabe von Betriebseinrichtungen möglichst gemindert wird, ferner ist zu empfehlen, dass bei Ausrüstung der Arbeitsräume mit Drucklüftung (vergl. S. 372) auch eine Kühlung der einzutreibenden Luft durch die in Nachfolgendem zu besprechenden Mittel vorgesehen wird. Jedenfalls ist für eine Kühlung zu sorgen, wenn die Raumtemperatur infolge gewisser Betriebsverhältnisse erheblich über den der Gesundheit zuträglichen Grad steigen würde.

Die Mittel zur Kühlung sind folgende: 1. Einführung frischer Luft, welche an einer möglichst vor der Sonne geschützten Stelle entnommen ist; 2. Einführung von frischer Luft während der Nacht; 3. Einführung von künstlich gekühlter Luft, welche aus dem Arbeitsraum selbst oder, falls zugleich Lüftung erzielt werden soll, ganz oder teilweise von aussen entnommen wird; 4. Anbringung von Kühlröhren, Kühlapparaten im Raum selbst; 5. Berieselung der Aussenflächen der Gebäudewände und des Daches.

Das erstgenannte Mittel kann nur eine geringe und meist unzureichende Erniedrigung der Raumtemperatur geben; immerhin aber wird bei Lüftungsanlagen es sich empfehlen, die Luftentnahme an einer schattigen Stelle zu bewirken, um wenigstens etwas Kühlung im Sommer zu erhalten, wenn hierzu nicht andere Mittel benutzt werden sollen.

Das zweite Mittel ergiebt eine Kühlung der Wandflächen und Betriebseinrichtungen im Arbeitsraum während der Nacht, die am Tage dann

allmählich wieder Wärme aufnehmen, so dass wohl eine geringe Temperaturminderung erzielt wird, die aber kaum den Übelstand aufwiegt, dass die Lüftungsanlage auch während der Nacht im Betrieb bleiben muss.

Die Einführung künstlich gekühlter Luft kann in verschiedener Weise geschehen. Es kann die von aussen entnommene Luft durch Kellerräume und unterirdisch angelegte, möglichst weit verzweigte Kanäle geführt werden, jedoch erwärmen sich im Sommer die Wände derselben rasch, so dass ihre abkühlende Wirkung bald aufhört. Ein besseres Ergebnis wird erhalten, wenn die notwendige grosse Kühlfläche durch Anordnung zahlreicher Kanäle in einem unterirdisch angelegten Mauerkörper gebildet und die Luft auch während der Nacht durchgetrieben wird; der Mauerkörper kühlt sich dann während der Nacht ab und vermag während des Tages eine grössere Wärmemenge von der durchziehenden Luft aufzunehmen. Die kühlende Wirkung des Mauerkörpers, der z. B. aus Ziegelsteinen derart aufgebaut werden kann, dass zahlreiche Kanäle vom Querschnitt eines Steines entstehen, lässt sich durch Besprengen oder Berieseln mit kaltem Wasser, z. B. Brunnenwasser, erhöhen, jedoch entsteht dabei ein hoher, nicht immer wünschenswerter Feuchtigkeitsgehalt der Luft.

Eine künstliche Kühlung der in die Arbeitsräume einzuführenden Luft wird auch bei allen Einrichtungen der Luftbefeuchtung (vergl. S. 373 ff.) erhalten, wenn diese mittels kalten Wassers erfolgt; es kann dazu Brunnenwasser oder künstlich gekühltes Wasser benutzt werden. Die Kühlung erfolgt teils durch die unmittelbare Berührung der Luft mit dem kalten Wasser, teils durch die bei der Wasserverdunstung entstehende Wärmebindung. Auch hier tritt der Übelstand eines grossen, vielfach unerwünschten und selbst ungesunden Feuchtigkeitsgehaltes der Luft auf.

Ferner kann die Luftkühlung durch Vorbeileiten der Luft an Eismassen erfolgen, doch wird wegen der grossen Kosten dieses Verfahrens hiervon nur Gebrauch gemacht, wenn der Luft eine sehr geringe Temperatur gegeben werden soll, wie sie zu besonderen Zwecken, z. B. zur Kühlhaltung von Gär- und Lagerkellern in Brauereien, von Aufbewahrungsräumen für Nahrungsmittel, notwendig ist; für die hier zu besprechende Kühlung der Arbeitsräume kommt die Kühlung durch Eis kaum in Frage.

Ein anderes Verfahren der Luftkühlung besteht in dem Vorbeiführen der Luft an Kühlkörpern oder Leitungen, durch welche eine kalte Flüssigkeit fliesst. Als letztere kann Brunnenwasser verwendet werden, doch sind dann grosse Kühlflächen erforderlich. Als Kälteflüssigkeit lässt sich ferner Wasser verwenden, welches durch Eis gekühlt worden ist, dann eine durch besondere Kälteerzeugungsmaschinen oder Kältemischungen abgekühlte Flüssigkeit, wie Salzlösung oder Ammoniak. Diese Mittel

finden für besondere gewerbliche Zwecke, wie sie vorher angegeben sind, Anwendung und würden dann auch ohne erhebliche Kosten für die Kühlung der Arbeitsräume benutzt werden können. Da sich an den Kühlröhren Wasser aus der vorbeiströmenden Luft niederschlägt, so sind sie entweder aus Kupfer herzustellen, oder es ist das Rosten der eisernen Röhren durch besondere Mittel zu verhüten; man verwendet daher für Kühlleitungen sogenannte inoxydierte Röhren und solche, welche in erhitztem Zustande einen Anstrich von Teer erhalten haben. Als Kühlleitungen, Kühlapparate lassen sich auch die für die Erwärmung der Luft bei der Luftheizung angeordneten Heizkörper, Heizröhren verwenden. Schliesslich lässt sich die bei der Ausdehnung verdichteter Luft entstehende Wärmebindung zur Abkühlung der in die Arbeitsräume einzuführenden Luft benutzen. In dieser Weise wirken die Kaltluftmaschinen, welche für besondere gewerbliche Zwecke angewendet werden und dann auch für die hier zu besprechende Aufgabe derart zu benutzen sein würden, dass die durch sie erzeugte kalte Luft mit Aussenluft gemischt und in die Arbeitsräume geleitet wird. Bei Anwendung der Luftstrahlgebläse (vergl. S. 353) ergiebt sich gleichfalls eine Abkühlung der von der ausströmenden verdichteten Luft bewegten Aussenluft. Werden Luftmotoren im Betriebe benutzt, so lässt sich die aus ihnen abströmende Luft, welche entsprechend der im Motor entstehenden Ausdehnung mehr oder weniger abgekühlt wird, unmittelbar oder mit Aussenluft gemischt in die Arbeitsräume führen.

Bei der Einführung künstlich gekühlter Luft in die Räume ist zu beachten, dass dieselbe nicht mit zu niedriger Temperatur und möglichst in verteilter Form in die Räume eintritt, da sonst Zugbelästigungen auftreten. Es wird also in erhöhtem Maasse das zu beachten sein, was über die Einführung frischer Luft auf S. 354 u. f. gesagt worden ist; ferner wird es sich empfehlen, die Luft nur mit einer Temperatur, welche wenige Grade geringer als die im Arbeitsraum gewünschte ist, einzuleiten, was bei Anwendung sehr kalter Kühlungsmittel dazu führt, dass nur ein Teil der einzuführenden Luft durch diese gekühlt und dann mit dieser Aussenluft gemischt wird. Ferner ist zu beachten, dass infolge der Kühlung der relative Feuchtigkeitsgehalt der Luft zunimmt; es wird daher auch aus diesem Grunde zweckmässig sein, eine gewisse Menge Luft durch die genannten Mittel auf niedrige Temperatur zu bringen, wobei Wasser ausscheiden wird, und dann mit ungekühlter Luft zu mischen.

Die Anbringung von Kühlapparaten, Kühlleitungen in den Arbeitsräumen selbst kann entweder dadurch geschehen, dass an der Decke Röhren verlegt werden, durch welche künstlich gekühlte Flüssigkeit, wie Wasser oder Salzlösung, geführt wird, oder es werden Ver-

dunstungsapparate aufgestellt (vergl. S. 375), die infolge der bei der Wasserverdunstung entstehenden Wärmebindung eine Temperaturabnahme ergeben, welche jedoch äusserst gering ist. Durch Verwendung von Kühlleitungen, für welche dasselbe gilt, was bei der Besprechung ihrer Benutzung zur Kühlung der einzuführenden Luft gilt, kann die Temperatur der Arbeitsräume leicht auf den gewünschten Grad gebracht werden, jedoch ist zu beachten, dass bei zu kalten Leitungen kalte Luftströme entstehen können, welche Zugbelästigungen hervorrufen, auch schlägt sich an solchen Leitungen Wasserdampf aus der Luft nieder, die dadurch zu trocken werden kann; werden Kühlleitungen von nicht sehr niedriger Temperatur angebracht, so sind grosse Kühlflächen erforderlich. Um das an den Leitungen sich niederschlagende Wasser aufzufangen, sind unter ihnen Tropfrinnen anzubringen.

Die Kühlung durch Berieselung der Dächer und der Aussenflächen der Gebäudewände wird manchmal ausgeführt, da dieses Verfahren besondere Einrichtungen, abgesehen von einer Spritze, nicht erfordert; aber das damit erzielte Ergebnis ist nicht bedeutend.

Zu erwähnen ist noch ein Verfahren, das in der Bewegung der Luft in den Arbeitsräumen durch von der Fabriktransmission bewegte Fächer besteht. Es wird damit die Luft nicht gekühlt, aber es erfolgt eine stetige Mischung der kälteren und wärmeren Luftschichten, welche letztere bei ruhiger Arbeitsthätigkeit sich an den menschlichen Körpern bilden und dessen Wärmeabgabe besonders hindern, auch erzeugt die bewegte Luft eine stärkere Verdunstung des Schweisses und dadurch eine Wärmebindung.

Um bei den erwähnten Kühlungsverfahren das gewünschte Ergebnis möglichst sicher zu erreichen, muss in gleicher Weise, wie dies für die Heizung erforderlich ist, eine Berechnung ausgeführt werden. Dies ist möglich für die unter 3. und 4. angegebenen Kühlungsmittel unter Benutzung derselben Rechnungsmethoden, welche zur Ermittelung des Wärmebedarfs und der zur Erzielung desselben nötigen Heizflächen dienen.[1])

Zur Verhütung zu hoher Temperaturen in Arbeitsräumen kann gegebenenfalls auch die Verhinderung der Wärmeabgabe von Feuerungsanlagen und heissen Flächen von Betriebseinrichtungen an die Raumluft und des Eintritts heisser Dämpfe oder Gase in dieselbe in Frage kommen. Letzteres kann durch geeignete Ableitung der Dämpfe und Gase erreicht werden; die Wärmeabgabe von Öfen und Feuerungsanlagen

[1]) H. Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen, S. 246.

der verschiedensten Art lässt sich durch vorgesetzte Schirme, Mäntel u. dergl. vermindern. Zur möglichsten Beseitigung der Wärmeabgabe heisser Flächen, z. B. solcher von Dampfkesseln, Dampf- und Heisswasserleitungen, kann, wenn die Betriebsweise es erlaubt, eine Bekleidung dieser Flächen mit schlechten Wärmeleitern erfolgen. Diese Umhüllung hat gewöhnlich allerdings den Zweck, Wärmeverluste zu verhüten; sie ist aber auch für die hier zu behandelnde Aufgabe von Bedeutung.

Solche Wärmeschutzmassen (Isoliermaterialien) werden in verschiedenster Art in den Handel gebracht; die gebräuchlichsten sind folgende:

Grünzweig & Hartmann in Ludwigshafen a. Rh.: 1. Korkstein in Schalen, Segmenten, Platten und Steinen, bestehend aus zerkleinertem Kork mit mineralischem Bindemittel vermengt; 2. plastische Masse, bebestehend aus Kieselgur, zerkleinertem Kork und Asbestfaser.

A. Haacke & Co. in Celle: 1. Kieselgurmasse, bestehend aus Kieselgur und tierischen Haaren oder für sehr hohe Temperatur aus Kieselgur und Asbestfaserstoffen; 2. Isolierschläuche, bestehend aus gewebten Schläuchen von Jutegarn, gefüllt mit Kieselgur oder Korkmehl.

Horn & Taube in Berlin: 1. Masse aus Kieselgur, Korkmehl, Thon Wollabfällen und Schweinehaaren; 2. Masse aus Kieselgur, Schwamm, Korkmehl, Wollabfällen und Schweinehaaren.

Otto Horstmann & Co. in Köln: Masse in Teig- und Pulverform, in Schalen, Platten und Steinen, bestehend aus zerkleinertem Kork und Kieselgur.

Jacobius & Söhne in Berlin: Filzplatten aus Kuhhaaren, auch mit Wasserglas u. s. w. imprägniert.

Ad. Klehmet Sohn in Fährbrücke im Erzgebirge: Masse, bestehend aus Kieselgur, Kokosfasern, Holzstoff.

H. R. Knoch in Chemnitz: Masse aus Kieselgur, Schweinsborsten, Holzmehl zusammengesetzt.

Oertgen & Schulte in Duisburg a. Rh.: 1. Moostorfschalen, bestehend aus getrocknetem Torf; 2. Masse aus Kieselgur und Kuhhaaren.

E. & C. Pasquay in Wasselnheim (Elsass): Schutzmittel aus Seidenabfall in Form von Pappe, Zöpfen, Polstern, für sehr hohe Temperaturen in Verbindung mit untergelegtem Schutzblech oder Kieselaluminitschalen.

Posnansky & Strelitz in Berlin: Leroy'sche Wärmeschutzmasse, bestehend aus Kieselgur, Schweinsborsten und Malzkeimen.

Pouplier & Tost in Osnabrück: Masse aus Kieselgur, Sägespänen, Hanffaser bestehend.

G. W. Reye & Söhne in Hamburg: 1. Kieselgur; 2. Masse aus Kieselgur und Asbest für sehr heiss werdende Röhren u. dergl.

Rheinhold & Co. in Celle: Masse in Form von Schalen, Platten, Schnüren, bestehend aus Kieselgur, Asbestfasern und gemahlenem Holz.

Eduard Emil Richter in Dresden: Schnüre aus Kokosfaser.

Stamme & Co. in Hannover: 1. Aufrollbare Tafeln aus Gewebe mit Kieselgurfüllung; 2. Schalen aus Korkmasse; 3. Schnur, bestehend aus gewebten Schläuchen mit Korkfüllung.

Je nach der Art werden diese Isoliermaterialien in trocknem oder nassem Zustande auf die Flächen, deren Wärmeabgabe möglichst verhindert werden soll, aufgebracht; die Dicke der Schicht wird zu 15 bis 35 mm genommen.

Bei der Wahl einer Wärmeschutzmasse ist, abgesehen von den Anschaffungs- und Anbringungskosten, zu beachten, dass die verschiedenen Arten gegen grosse Hitze, Feuchtigkeit sich verschieden verhalten; im allgemeinen halten sich die erwähnten Stoffe gut, und nur die aus Torf, Seide, Filz hergestellten Materialien bedürfen bei höheren Temperaturen, als sie gewöhnlich an Dampfleitungen vorkommen, einer schützenden Unterlage, um nicht zu verkohlen. Die isolierende Wirkung dieser Materialien ist ziemlich bedeutend und kennzeichnet sich bei den vorgenannten Arten dadurch, dass nach vielfachen Versuchen an Dampfleitungen in diesen je nach der besonderen Art der Umhüllung nur 10 bis 40% derjenigen Kondensationswassermenge entstehen, welche im nackten Rohr sich infolge Wärmeabgabe des Dampfes bildet.

V. Abschnitt.

Verhütung der Einatmung von Staub.

Von Dr. **H. Albrecht**, Gross-Lichterfelde.

Von der Bedeutung, welche der Staubeinatmung bei der Entstehung von Krankheiten zukommt, ist im ersten Abschnitt die Rede gewesen. Es ist nachgewiesen worden, dass dieselbe eine der häufigsten Begleitursachen der Erkrankungen der Respirationsorgane — dieser Gewerbekrankheit *κατ' ἐξοχην* — ist und vielleicht von allen Schädlichkeiten des Gewerbebetriebes die grösste Beachtung verdient, weil die Fabrikationsweisen, die zur Staubentwickelung Anlass geben, ihrer Zahl nach weit in erster Linie stehen. Am angeführten Orte ist ferner gezeigt, dass die im Gewerbebetriebe vorkommenden Staubarten nach ihrer jeweiligen Beschaffenheit verschiedene Stufen in der Gefährlichkeitsskala einnehmen. Hier, wo ausschliesslich von der Verhütung der Staubeinatmung gehandelt werden soll, brauchen wir auf diese Unterscheidung nicht zurückzukommen, denn die Forderung, welche wir an die Spitze dieses Abschnittes zu stellen haben, lautet: Der Arbeiter ist mit allen im Bereiche des Möglichen liegenden Mitteln vor der Einatmung jeder Art von Staub zu schützen.

Leider müssen wir auch hier — ganz abgesehen von den in der Einleitung hervorgehobenen allgemeinen Hinderungsgründen, die in dem Widerstande der Arbeitgeber wie der Arbeiter selbst ihre Wurzel finden — von vornherein vor den Schwierigkeiten mannichfacher Art Halt machen, welche aus technischen Gründen der Erfüllung dieser Forderung entgegenstehen. Es giebt Fälle genug, in denen die vorläufig durch kein anderes Verfahren zu ersetzende Arbeitsweise einen ausreichenden Schutz gegen die Einwirkung des dabei entstehenden Staubes nicht zulässt. Immerhin haben die Erfahrungen der letzten Jahre uns Wege gezeigt, auf denen wir der idealen Erfüllung der unserer Erörterung vorangestellten Forderung näher zu kommen hoffen dürfen. Das,

was aus diesen Erfahrungen als das Wesentliche sich ausscheiden lässt, soll im folgenden zur Darstellung gebracht werden. Das Prinzip wird, soweit es erforderlich erscheint, durch Beispiele erläutert werden. Der Plan dieses Werkes legt uns indessen die Beschränkung auf, in der Detailbeschreibung nur soweit zu gehen, als es notwendig ist, um dem Techniker für die im Einzelfalle zu treffenden Einrichtungen die Direktive zu geben.

Wenn wir die Maassnahmen ins Auge fassen, welche darauf hinzielen, den Arbeiter in staubentwickelnden Betrieben vor der Einatmung von Staub zu schützen, so bieten sich uns zwei Möglichkeiten, dieses Ziel zu erreichen. Wir können einmal versuchen, den bereits entstandenen und in der Umgebung des Arbeiters verbreiteten Staub unschädlich zu machen, oder wir wählen den zweiten Weg, den Staub zu verhindern, überhaupt in die Umgebung des Arbeiters zu gelangen. Diese beiden, grundsätzlich voneinander verschiedenen Methoden der Verhütung der Staubeinatmung wollen wir gesondert betrachten.

A. Unschädlichmachung des in die Umgebung des Arbeiters gelangten Staubes.

Die Belästigung durch den bei vielen Fabrikationsprozessen massenhaft in die Umgebung gelangenden Staub hat schon zu einer Zeit, wo der Arbeitgeber im allgemeinen an die Verhütung von Betriebsschädlichkeiten noch gar nicht dachte, die Arbeiter selbst allerlei primitive Verfahren ersinnen lassen, sich vor der Einatmung desselben zu schützen. Unter anderen berichtet Fabrikinspektor Engert in München,[1]) dass die Arbeiter in den Kardensälen der Hanfspinnereien sich häufig von dem frisch gehechelten und gekämmten Hanf, wie derselbe die Maschine verlässt, Stücke abreissen und vor Mund und Nase binden. Sobald das Stück zu feucht und warm geworden, geben sie es mit dem übrigen Rohmaterial einfach wieder in die Karden und binden sich ein neues Stück vor.

Ein schon erheblich geeigneteres Mittel, den Staub am Eindringen in die Atmungsorgane zu verhindern, ist das häufig in Betrieben, in denen sich ein anderer Schutz nicht bewerkstelligen lässt, angewandte Befestigen von angefeuchteten Schwämmen vor Mund und Nase. Es lässt sich nicht leugnen, dass durch dieses einfache Mittel ein nicht un-

[1]) Amtliche Mitteilungen 1881, S. 278.

bedeutender Teil der Staubpartikelchen, welche sonst unfehlbar in die Luftwege gelangt wären, zurückgehalten wird.[1]) Allein die feinsten Partikelchen aufzuhalten, ist unmöglich, denn einmal dringen sie durch die Poren des Schwammes hindurch, und zweitens benutzen sie die zwischen Schwamm und Nasenöffnung befindlichen Zwischenräume, welche sich auf keine Weise vermeiden lassen, zum Eintritt. Zudem wird schon bei einigermaassen festem Verbinden die Respiration erschwert, und wenn auch niemals eine Gefährdung dadurch entstehen kann, so erblickt der Arbeiter doch eine grosse Belästigung in dieser Maassregel, weil er weniger leicht respiriert und ihm bei der Arbeit sehr schnell heiss wird.[2])

Das letztere gilt in mehr oder weniger erheblichem Grade auch von allen Respiratoren, deren eine grosse Anzahl von Systemen für den hier vorliegenden Zweck erfunden sind. Wir kommen auf diese Apparate, die noch für eine Reihe weiterer Zwecke als den des Staubschutzes zur Verwendung kommen, an anderer Stelle (Abschnitt VIII) zurück. Hier sei nur hervorgehoben, dass überall da, wo es sich um einen dauernden Aufenthalt in stauberfüllter Luft handelt, der Schutz durch Respiratoren ein höchst zweifelhafter ist, weil in den wenigsten Fällen das Bewusstsein der Gefahr, welche das Einatmen des Staubes für die Gesundheit im Gefolge hat, bei dem Arbeiter stark genug ist, um die Abneigung gegen die Benutzung einer Vorrichtung zu überwinden, die in so hohem Grade belästigend für den sie Benutzenden ist wie ein dauernd getragener Respirator. Wir sehen daher fast durchweg in der Praxis, dass selbst die Androhung empfindlicher Geldstrafen es nicht hindert, dass die Arbeiter, sobald sie sich unbeobachtet glauben, die Schutzvorrichtung beiseite lassen, die somit in höchst unvollkommener Weise ihren Zweck erfüllt.

Erfolgreicher als Schutzvorrichtungen, deren Benutzung wie die der vorstehend genannten mehr oder weniger der Willkür der Arbeiter anheim gegeben ist, sind solche, deren Durchführung sich von der letzteren unabhängig gestalten lässt. Eine derartige Maassregel, welche unter Umständen sehr Erhebliches leistet und zu den einfachsten gehört, die uns überhaupt zu Gebote stehen, ist das öfter und regelmässig wiederholte Besprengen der Fussböden, wodurch, wenn es sich um nicht allzu leichte Staubarten handelt, ein nennenswertes Staubquantum absorbiert

[1]) Hirt (Die Krankheiten der Arbeiter, I. Abt. I. Teil, S. 278) fand zu wiederholtenmalen, wenn er sich beim Besuche staubiger Fabriketablissements eines Schwammes zum Schutze gegen den Staub bedient hatte, diesen nach relativ kurzer Zeit angefüllt mit gröberen und feineren Staubteilen.

[2]) Hirt a. a. O.

wird.[1]) Noch wirkungsvoller ist es, wenn der Staub häufiger durch Abwaschen oder feuchtes Abreiben gründlich entfernt wird, eine Manipulation, die u. a. für die zur Anfertigung von Zigarren bestimmten Anlagen durch die Bekanntmachung des Bundesrats vom 9. Mai 1888 vorgeschrieben ist. Die Wirksamkeit dieser Maassregel wird noch erhöht, wenn es möglich ist, in dem Arbeitsraume einen Fussboden anzubringen, in welchen Staub und Schmutzteile nicht eindringen können und der sich gut reinigen lässt (vergl. S. 206). Eine nicht ausser acht zu lassende Vorbedingung für alle diese Maassnahmen ist es auch, dass bei der Einrichtung der Fabrikräume Staubwinkel nach Möglichkeit vermieden werden. So ist u. a. dafür zu sorgen, dass die etwa vorhandenen Fussleisten unmittelbar und fest auf den Fussboden schliessen, dass Schränke und ähnliche Gegenstände der inneren Einrichtung entweder ebenfalls keinen Zwischenraum zwischen dem Bodenbrett und dem Fussboden freilassen oder so hoch über letzterem angebracht sind, dass Besen und Scheuerlappen bequem hinzugelangen können.

Allen hier genannten Maassnahmen indessen darf, so sehr ihre Durchführung überall anzustreben ist, kein allzugrosser Wert beigelegt werden, weil ihre dauernde Wirksamkeit stets mehr oder weniger von dem guten Willen der mit ihrer Ausführung betrauten untergeordneten Personen, bezw. von der über diese ausgeübten Kontrolle abhängig ist, die beide nur zu oft im Stiche lassen. Zuverlässiger erweisen sich hier, wie bei allen Einrichtungen der gewerblichen Gesundheitspflege und der Unfallverhütung mechanisch wirkende Einrichtungen, die der Willkür des Einzelnen entzogen sind. Als ein vorzügliches Mittel, die Staubbelästigung fernzuhalten, haben sich in diesem Sinne die in vielen grösseren Betrieben, vor allem in der Textilindustrie, eingerichteten mechanischen Luftbefeuchtungsanlagen erwiesen,[2]) welche die in der Luft schwebenden Staubteile dauernd zu Boden reissen und aus dem Bereich der Atmungsorgane der in dem Raume Arbeitenden fernhalten.[3])

Die Aufgabe, welche bei den eben besprochenen Einrichtungen durch Befeuchtung der Luft, d. h. durch Niederreissung des Staubes vermöge der Schwere des der staubgefüllten Luft zugeführten Wassers zu lösen versucht worden ist, kann endlich dadurch in Angriff genommen werden,

[1]) Hirt a. a. O. S. 282.

[2]) Vergl. S. 373.

[3]) Einer persönlichen Mitteilung aus beteiligten Kreisen verdanken wir die Angabe, dass in Textilfabriken derselbe Zweck in wirkungsvoller Weise durch die Einrichtung einer Anzahl von Springbrunnen erreicht ist, die vor einer beständigen Überstäubung mit Wasser von oben den Vorzug haben sollen, dass sie die Maschinenteile weniger der Gefahr des Rostens aussetzen.

dass man den während der Arbeit entstandenen und im Arbeitsraum verbreiteten Staub durch Luftströmungen, die man im Arbeitsraum erzeugt, nach aussen zu leiten sucht. Diese Aufgabe fällt im wesentlichen mit der für die Ventilation der Arbeitsräume im allgemeinen gestellten zusammen. Wir können daher auf den vorausgehenden Abschnitt IV verweisen. Es ist dabei kaum nötig, besonders zu betonen, dass die natürliche Ventilation für die in Rede stehenden Betriebe als unzureichend erklärt werden muss.[1]) Vielmehr wird es in der Regel einer sehr kräftigen künstlichen Ventilation bedürfen, um die Luft, deren spezifisches Gewicht durch die in ihr schwebenden Staubteile wesentlich erhöht wird, in Bewegung zu setzen. In der weitaus grössten Zahl der Fälle wird es übrigens möglich sein, die hierher gehörigen besonderen Einrichtungen so zu gestalten, dass ein Eintritt des Staubes in den Arbeitsraum überhaupt verhindert wird. Die Beschreibung dieser Einrichtungen fällt unter das folgende Kapitel.

Bei der Besprechung der baulichen Anlage von Arbeitsräumen (S. 166) ist schon darauf hingewiesen, dass Arbeitsräume, in denen Staubentwickelung oder andere gesundheitsschädigende Einflüsse nicht zu vermeiden sind, von den übrigen, staubfreien Räumen abzuschliessen sind, damit nicht mehr Personen wie unbedingt erforderlich, diesen Einflüssen ausgesetzt werden. Unter Umständen kann die Rücksicht auf solche Schädlichkeiten sogar das Arbeiten im Freien empfehlenswert erscheinen lassen, ohne dass im allgemeinen die im III. Abschnitt (S. 174) gegen dasselbe erhobenen Bedenken aufgegeben werden sollen. Es ist dabei jedoch auf alle Fälle für einen ausreichenden Wetterschutz zu sorgen, um die Arbeiter vor dem Durchnässtwerden und dadurch entstehenden Erkältungen zu schützen. Ein solcher Wetterschutz wird zweckmässig durch Arbeitsbuden hergestellt, die aus vier Holz- oder Eisenpfeilern bestehen, welche durch Holzbalken oder Eisenstäbe zusammengefügt werden. Das Dach wird durch Bretter gebildet und erhält verschliessbare Öffnungen oder Fenster, durch die der Staub abziehen kann. Die vier Seiten sind mit aufrollbarem, wasserdichtem Segeltuch zu versehen, die jeweilig an der Wetterseite herabgelassen werden.[2])

[1]) Vergl. Hirt a. a. O. S. 285.

[2]) Vergl. Sommerfeld, Die Berufskrankheiten der Steinmetzen und Steinbildhauer. Verhandl. der Deut. Gesellsch. f. öffentl. Gesundheitspflege zu Berlin 1892, S. 21.

B. Verhütung des Eintritts von Staub in die Umgebung des Arbeiters.

Weit zweckmässiger als die Bemühung, den bereits in die Umgebung des Arbeiters gelangten Staub unschädlich zu machen, muss es ohne weiteres erscheinen, den letzteren überhaupt gar nicht erst in den Arbeitsraum eintreten zu lassen, ihn da, wo er entsteht, bezw. unter Umständen entstehen könnte, an der Weiterverbreitung zu verhindern. Wir betreten damit das eigentliche Gebiet einer rationellen Staubverhütung, wie sie gerade im letzten Jahrzehnt unter dem Druck der in immer weitere Kreise eingedrungenen Erkenntnis von der Schädlichkeit der Staubeinatmung mehr und mehr zum allgemeinen Prinzip zu werden beginnt. Es ist nicht richtig, den Staub erst sich mit der Raumluft vermischen zu lassen und alsdann durch Zuleitung frischer Aussenluft ein Gemenge von erforderlicher Reinheit erzielen zu wollen, wo immer sich vielmehr bei einem Fabrikationsprozess Staub entwickelt, ist sein Austreten in die Umgebung zu verhindern und Sorge zu tragen, dass derselbe von der Entstehungsstelle nach einem Ort gelei et wird, wo er niemandem schaden kann.

Am vollkommensten wird der hierin aufgestellten Forderung natürlich entsprochen, wenn es gelingt, bei Fabrikationsprozessen, die bislang mit der Entwickelung von Staub verbunden waren, durch eine Änderung des Produktionsverfahrens die Entstehung von Staub von nun ab überhaupt ganz zu vermeiden. Dahin zielt z. B. § 5 der Bekanntmachung des Bundesrats vom 12. April 1886, betreffend die Einrichtung und den Betrieb der Bleifarben- und Bleizuckerfabriken, welcher verlangt, dass die Oxydierkammern während des Behängens und während des Ausnehmens feucht zu erhalten sind. „Der Inhalt der Oxydierkammern,“ heisst es weiter, „ist, bevor die letzteren nach Beendigung des Oxydationsprozesses betreten werden, gründlich zu durchfeuchten und während des Entleerens feucht zu erhalten. Ebenso sind Rohbleiweissvorräte während der Überführung nach dem Schlemmraum und während des etwaigen Lagerns in demselben feucht zu halten.“

Diese Befeuchtung eines Materials, das, wenn es im trockenen Zustande verarbeitet wird, zu Staubentwickelung Anlass geben würde, ist eine der wichtigsten Maassnahmen der Staubverhütung und sollte überall da durchgeführt werden, wo die Art des zu bearbeitenden Materials es erlaubt.

Während z. B. das Schleifen von Stahl- und Eisenwaren, sobald trocken geschliffen wird, des dabei entstehenden Staubes wegen zu den gesundheitsgefährlichsten Beschäf-

tigungsarten gehört, ist beim Nassschleifen von Staubentwickelung keine Rede, vielmehr bilden die sich loslösenden angefeuchteten Partikelchen schnell eine breiartige Masse, die den Arbeiter während des Schleifens höchstens der Belästigung des Durchnässtwerdens aussetzt.[1]) Leider lässt sich aus technischen Gründen die Forderung, das Trockenschleifen durch Nassschleifen zu ersetzen, nicht überall durchführen.

Ein hierher gehöriges Beispiel teilt ferner der badische Aufsichtsbeamte, Regierungsrat Wörishoffer[2]) mit. Zu den Anlagen, welche erheblichen Staub entwickeln, gehören die Fabriken von Zigarrenkisten. In einer derartigen Anlage wurde das bisherige Verfahren, die dünnen Kistenbretter herzustellen, dadurch ersetzt, dass gedämpfte Rundhölzer von 1 m Länge um ihre Achse gedreht und von gleichmässig vorgeschobenenen breiten Messern in langen, der Breite des Rundholzes entsprechenden Bändern abgeschält werden. Hierdurch fällt das den Staub erzeugende Sägen der Brettchen weg, und da die Fourniere an sich ziemlich glatt sind, werden sie nur noch zwischen zwei Walzen gepresst, ohne dass ein Abhobeln derselben nötig wäre.

Wir haben indessen schon darauf hingedeutet, dass in sehr vielen, ja den meisten Fällen die Beschaffenheit des zu verarbeitenden Materials einer derartigen nassen Behandlung unüberwindliche Schwierigkeiten entgegensetzt. Die Entwickelung von Staub an dem Orte, wo der Bearbeitungsprozess vor sich geht, ist demnach unvermeidlich, und es wird daher darauf ankommen, seine Weiterverbreitung nach Möglichkeit einzuschränken. Das kann dadurch geschehen, dass man den Ort der Staubentstehung vollkommen gegen den übrigen Arbeitsraum abschliesst. Wie das zu verstehen ist, mag ein Beispiel erläutern. Pütsch[3]) beschreibt ein Verfahren, die Arbeiter vor der schädlichen Staubeinwirkung zu schützen, die in lithographischen und typographischen Anstalten beim sogenannten Bronzieren stattfindet, wobei das Blatt an denjenigen Stellen, an welchen es von der Presse den notwendigen Klebestoff empfangen hat, mit dem sehr feinen Bronzepulver zu überpudern ist.

Der Apparat, welcher die Einatmung des Staubes verhüten soll, besteht aus einem viereckigen Kasten, welcher auf vier Füssen steht. Derselbe ist 1,65 m lang, 0,45 m breit und 0,30 m hoch; seine Decke ist durch eine Glasscheibe gebildet. Mit den Füssen ist der Kasten etwa 1,00 m hoch, so dass die an einer langen Seite des Kastens sitzende Arbeiterin bequem durch die Glasscheiben von oben in das Innere desselben sehen kann. In diesem Kasten wird das Überpudern vorgenommen. Der Kasten ist mit einer kleinen Spalte zum Einführen des betreffenden zu überpudernden Blattes versehen. Die Seite, an welcher die Arbeiterin sitzt, besteht aber nicht aus einer festen Holzwand, sondern wird aus Leinewand gebildet, welche sehr locker und faltig eingesetzt ist. In dieser Leinewand befinden sich zwei Armlöcher mit Gummieinfassungen, so dass, wenn die Arbeiterin ihre Arme hindurchsteckt, ein staubdichter Abschluss stattfindet. Die Falten der Leinewand gestatten eine freie Bewegung der Arme im

[1]) Hirt a. a. O. S. 75. — Oldendorff, Schriften der Zentralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen, No. 6, S. 133. Berlin 1894.

[2]) Amtliche Mitteilungen 1891, S. 195.

[3]) A. Pütsch, Die Sicherung der Arbeiter gegen die Gefahren für Leben und Gesundheit im Fabrikbetriebe, S. 247. Berlin 1883.

Innern des Kastens, und da die Arbeiterin durch die Glasscheiben das zu bepudernde Blatt genau übersehen kann, geht die Arbeit des Überpuderns ganz gefahrlos vor sich. Die Glasscheibe muss von Zeit zu Zeit von dem sich ansetzenden Staube gereinigt werden.

Eine Reihe von Manipulationen, namentlich wenn dieselben durch mechanische Vorrichtungen bewirkt werden, lässt sich sehr wohl in vollkommen gegen die Umgebung abgeschlossenen Räumen vornehmen. Es ist alsdann aber erforderlich, dass etwaige Thüren, Klappen und Fugen der betreffenden Räume sorgfältig durch dicke Lagen von Filz oder Wollenzeug oder durch Vorrichtungen von gleicher Wirkung so abgedichtet werden, dass ein Durchtreten von Staub vollkommen verhindert wird.

In den meisten Fällen verbietet indessen die Art der Arbeitsverrichtung einen derartigen vollkommenen Abschluss der Stelle, wo die Staubentwickelung vor sich geht. An irgend einer Stelle wird, sei es für die Einführung des zu verarbeitenden Stoffes, sei es für die Hand des die Arbeitsverrichtung ausführenden oder unterstützenden Arbeiters Raum bleiben müssen, und damit würde ohne besondere Vorkehrungen, welche geeignet sind, dies zu verhindern, dem Staub der Eintritt in den Arbeitsraum freigegeben sein. Wird dagegen die bis auf den Raum, welcher für die Arbeitsverrichtung frei bleiben muss, gegen den Arbeitsraum abgeschlossene Staubquelle mit einem künstlichen Ventilationssystem in Verbindung gesetzt, welches absaugend wirkt und kräftig genug ist, den Staub mit sich fortzureissen, so wird derselbe nicht in der Richtung nach dem Arbeitsraum zu austreten, sondern in entgegengesetzter Richtung fortgeführt werden, und man ist in der Lage, ihn nach einem Orte zu leiten, wo er niemandem schaden kann.

Dieses höchst einfache Prinzip, das sich auf die verschiedenste Weise dem Einzelfall anpassen lässt, hat die weittragendste Bedeutung für die Verhütung der Staubgefahr gewonnen. So mannigfach ist seine Anwendungsweise, dass es in dem Rahmen eines kurzen Leitfadens kaum möglich ist, auch nur einen annähernden Überblick über die vielen Betriebsarten zu geben, auf welche es sich übertragen lässt. Das ist aber auch keineswegs erforderlich. An der Hand der typischen Fälle, an denen wir dasselbe zu veranschaulichen suchen werden, wird es dem denkenden Techniker ein leichtes sein, die für den speziellen Fall zweckmässigen Konstruktionen herauszufinden.

Das Prinzip setzt, wie wir bereits andeuteten, eine kräftig wirkende künstliche Ventilation voraus, sei es, dass dieselbe durch den Auftrieb in einen Schornstein, sei es, dass sie durch einen mechanisch wirkenden

Exhaustor hervorgebracht wird. Dasselbe wird sich daher nur da in Anwendung bringen lassen, wo die erforderlichen Vorbedingungen für eine solche kräftige Absaugung gegeben sind. In betreff der verschiedenen Absaugungssysteme können wir auf Abschnitt IV verweisen. Allgemein ist nur hervorzuheben, dass die Einströmungsöffnung für den den Staub mit sich führenden Luftstrom stets unterhalb der Arbeitsstelle anzubringen ist. Die Anordnung über derselben, wie wir sie häufig finden, hat den Effekt, dass die Staubluft gehoben und so gerade den Atmungsorganen der Arbeiter zugeführt wird. Die Einrichtung wird also in diesem Falle mehr schaden als nützen.

Die Verwendung von Gebläsen zum Absaugen des Staubes erfolgt entweder derart, dass ein grosses Gebläse für mehrere Maschinen oder Apparate angeordnet wird, oder dass jede Maschine, jeder Apparat ein besonderes Gebläse erhält. Im ersteren Fall bedarf es oft eines weitverzweigten Kanal- oder Rohrnetzes, in welchem die Saugwirkung hervorgebracht und das an die einzelnen Einrichtungen angeschlossen wird. Die Sammelleitungen werden dabei je nach den örtlichen und Betriebsverhältnissen unter dem Fussboden oder an der Decke angebracht; durch Einschaltung von Klappen ist dann dafür zu sorgen, dass die Saugwirkung auf jede einzelne Maschine aufgehoben werden kann. Um möglichst gleichmässige Geschwindigkeit in allen Teilen der Sammel- und Zweigleitungen zu erhalten, dürfen diese nicht durchweg gleichen Querschnitt erhalten, sondern es muss letzterer für jeden Leitungsteil nach Maassgabe der in ihm zu bewegenden Luft- und Stoffmenge ermittelt werden. Richtungsänderungen in den Leitungen sind mit allmählichem Übergang zu gestalten, um nicht unnötige Widerstände hervorzurufen.

Wird jede Maschine, jeder Apparat mit einem besonderen Gebläse ausgerüstet, so lässt sich gegebenenfalls am zweckmässigsten die Saugwirkung durch Abstellen des Gebläseantriebes aufheben. Die Ableitung der abgeleiteten Stoffe erfolgt häufig durch unmittelbar über Dach gehende Schlote.

Als Gebläse kommen sowohl Radgebläse als auch Strahlgebläse zur Anwendung; in letzterem Fall werden insbesondere Dampfstrahlgebläse benutzt, da Dampf in vielen Betrieben ohnehin vorhanden ist. Radgebläse eignen sich besonders dann zur Absaugung, wenn grosse Mengen zu bewegen sind, auch lassen sie sich fast in jedem mit Triebwerk versehenen Betriebe leicht anbringen. Es besteht dabei allerdings die Gefahr, dass das Flügelrad durch die abgesaugten Stoffe verschmutzt wird; wenn aber, was meistens geschieht (vergl. C), die abgesaugten Stoffe doch abgefangen werden, so wird das Gebläse hinter dem Staubsammler u. s. w. angebracht, so dass nur reine Luft zu dem Flügelrad gelangt.

Wir gehen nun dazu über, an einer Reihe von Beispielen zu zeigen, wie sich das dargestellte Prinzip im einzelnen gestalten lässt.

a. Transport von Materialien.

Schon bei dem Transport einer Reihe unbearbeiteter, halbfertiger oder bearbeiteter Materialien entwickelt sich Staub in solcher Menge, dass die Beseitigung desselben zu einer dringenden Forderung wird. In den älteren Jahresberichten der Fabrikaufsichtsbeamten finden sich vielfach Schilderungen von Zuständen, wie sie heute glücklicherweise nur noch ausnahmsweise vorkommen. Namentlich sind es u. a. die Zementfabriken, in denen der Transport des Materials in den verschiedenen Bearbeitungsstadien zu grosser Staubbelästigung Anlass gab. Es ist daher zu fordern, dass in derartigen Anlagen der Transport des Materials vermittels mechanischer Vorrichtungen — Becherwerke, Schneckengewinde u. s. w. — bewirkt wird, dass diese mit dichten Ummantelungen versehen und mit Exhaustoren in Verbindung gesetzt werden, welche die stauberfüllte Luft absaugen.

In der Zementfabrik von O. F. Alsen & Sohn in Itzehoe[1]) ist die Einrichtung getroffen, dass das Material von einem Mahlgang zum anderen, von einem Sieb- oder Beutelwerk zum anderen, von einem Stockwerk zum anderen, in geschlossenen Leitungen von Holz oder Blech durch Becherwerke gehoben, durch schiefe Ebenen nach unten und durch Schnecken in horizontaler Richtung fortbewegt wird, bis es zum Verpacken fertig ist. Ein mit sämtlichen Mahlgängen verbundener Kanal bildet die Saugleitung eines kräftigen Exhaustors.

Ähnliche Einrichtungen sind in der Oberschlesischen Portlandzementfabrik getroffen.[2]) Die Zementklinker werden zunächst auf dem Steinbrecher gebrochen. Weil bei diesem Apparat der Staub nur schwer zu beseitigen ist, hat er ausserhalb der Mühlen unter einer offenen Halle Aufstellung gefunden. Vermittels eines Elevators wird das gebrochene Material auf die Walze gebracht, fällt von hier aus einem zweiten Walzwerke zu, wird durch einen zweiten Elevator in den Rumpf gehoben und von hier aus den Mahlgängen zugeführt. Das Mehl wird vermittels eines Elevators auf die Schüttelsiebe befördert und fällt dann in eine Transportschnecke, die dasselbe ins Lager schafft. Zur Beseitigung des Staubes sind in jeder Mühle zwei Ventilatoren angebracht.

Entsprechende Vorrichtungen für den Transport des Materials finden sich in Thomasschlackenmühlen, auf die weiter unten eingehender zurückgekommen werden wird, in Getreidemühlen und in anderen Anlagen, in denen stauberzeugende Materialien verarbeitet werden.

b. Verpacken trockener, pulverförmiger Materialien.

Wir schliessen hier gleich einige Bemerkungen über das Verpacken trockener, pulverförmiger Materialien an, das ohne besondere Vorkehrungen

[1]) Amtliche Mitteilungen 1883, S. 153.
[2]) Amtliche Mitteilungen 1889, S. 207.

eine der am meisten der Staubgefahr ausgesetzten Manipulationen ist. Es handelt sich hierbei hauptsächlich um das Einfüllen der pulverförmigen Massen — Zement, Thomasschlacke, Bleiweiss u. a. — in Fässer, wobei unter allen Umständen gefordert werden sollte, dass letztere Verrichtung in ausschliesslich für diesen Zweck bestimmten Räumen vor sich genommen wird, deren Eingangsöffnungen staubdicht gegen die benachbarten Räume abgeschlossen sind, in denen andere Arbeitsverrichtungen vorgenommen werden.

Eine solche, in der Grundmann'schen Zementfabrik in Oppeln ausgeführte Anlage beschreibt Gewerberat Trilling.[1]) Der fertige Zement wird mittels eines Elevators gehoben und einem Transportwerk zugeführt, welches ihn in einen über der Mitte der Magazine gelegenen Zentraltrichter befördert, von welchem er in strahlenförmig angeschlossenen Röhren in die jeweilig zu füllende Magazinabteilung frei abstürzt und die letztere allmählich anfüllt. Jede dieser Abteilungen ist völlig staubdicht, und die nach dem Packraum gelegenen einzelnen Eingangsöffnungen sind luftdicht verschlossen. Nur die mit dem Füllen der Fässer beschäftigten Leute betreten die Magazine und auch erst dann, wenn sich der beim Einschütten aufgewirbelte Staub gesetzt hat; alle anderen Leute arbeiten in dem staubfreien Packraum.

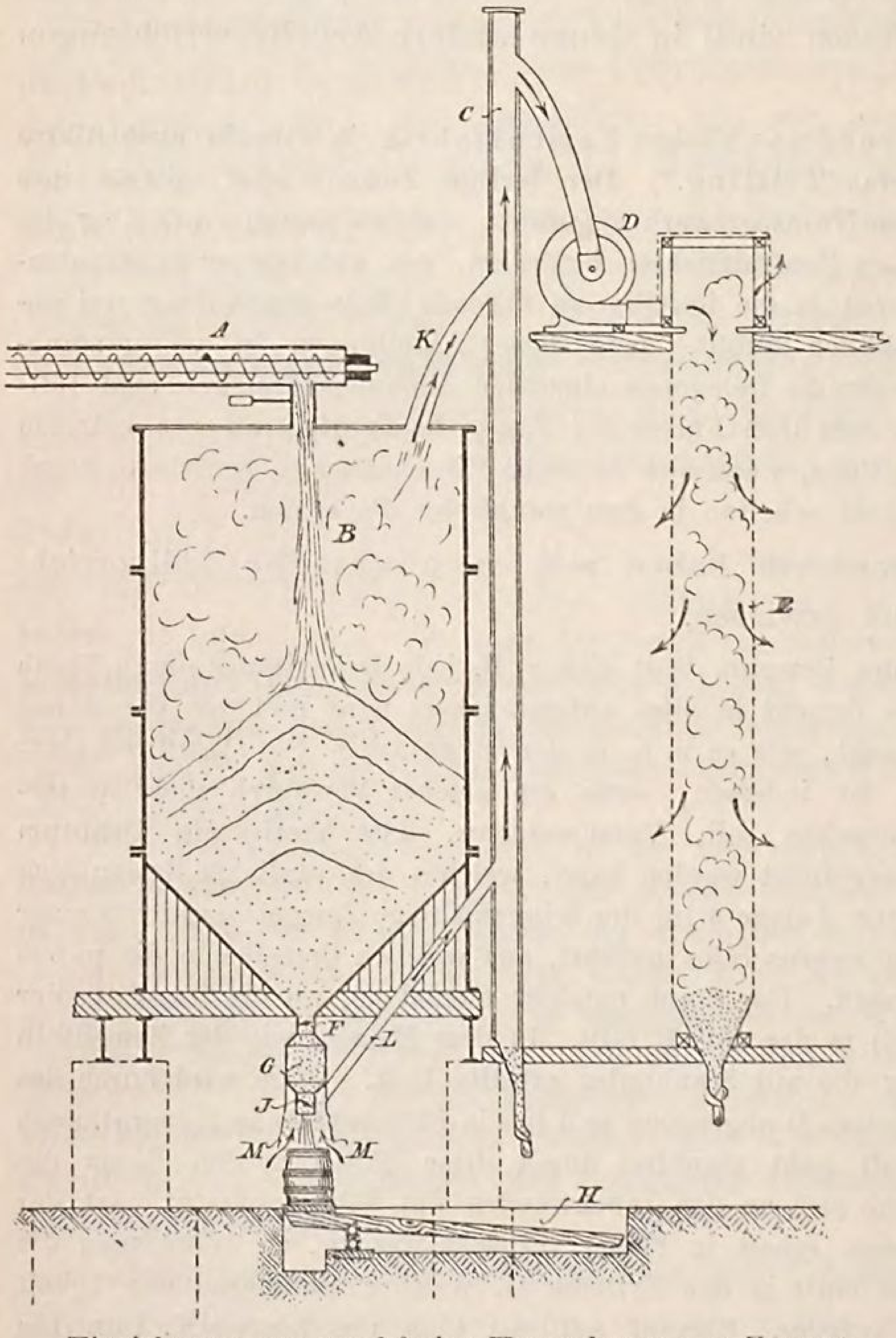
Als sehr empfehlenswerth haben sich mechanische Füllvorrichtungen für diesen Zweck erwiesen.

Bei der Verpackung des Zements lässt sich z. B. jede Belästigung durch Staub vermeiden, wenn der fertige Zement in Silos aufgespeichert wird und von diesen aus direkt zur Verpackung gelangt, wie es u. a. in der Stettiner Portlandzementfabrik geschieht. Hierbei ist indessen, wenn ein solches Verfahren nicht unverhältnismässige Kosten verursachen soll, Voraussetzung, dass stetig ein Quantum Zement in den Verkehr übergeführt werden kann, welches der täglichen Produktion entspricht. Bei der gedachten Anlage wird der feingemahlene Zement vermittels einer Transportschnecke in grosse eiserne Silos geführt, aus welchen derselbe in die untergestellten Fässer abgefüllt wird. Der Staub entsteht einmal da, wo die Masse aus der Schnecke A (Fig. 185, S. 402) in den Silo B fällt. In dem Maasse, wie der Zement in den Silo läuft, verdrängt er die mit Staubteilen erfüllte Luft. Diese wird durch das Rohr E vermittels des Exhaustors D abgesogen und in die Filterschläuche E (vergl. auch S. 426 ff.) geführt. Die Luft geht staubfrei durch diese Filter in den Raum des Speichers, während der Staub sich an den Innenwänden des Filters absetzt. Ist der Silo B gefüllt und soll dessen Inhalt in Fässer verpackt werden, so öffnet man die Drosselklappe F, der Zement läuft in den Zylinder G, welcher annähernd den Inhalt eines Fasses aufzunehmen vermag. Hierauf schliesst man die Klappe F, setzt ein leeres Fass auf die Rüttelvorrichtung H, öffnet die Drosselklappe J, so dass der Inhalt des Zylinders G langsam in das Fass hineinläuft und festgerüttelt wird. Die Luft, welche der in das Fass hineinströmende Zement verdrängt und welche wiederum mit feinsten Staubteilchen ganz erfüllt ist, wird durch das Rohr L abgesogen, welches ebenfalls mit dem Exhaustor D verbunden ist. An dem Zylinder G hängt ein Beutel M, durch einen Eisenring unten beschwert, welcher bis dicht über das Fass reicht, so dass man gerade noch die allmähliche Füllung desselben beobachten kann. Dieser Beutel

[1]) Jahresberichte 1890, S. 102.

dient dazu, die von den Seiten zuströmende Luft etwas zurückzuhalten, so dass der Exhaustor gezwungen wird, die Luft aus dem Fassinhalt abzusaugen. Ist der Zylinder G entleert, so wird das Fass nahezu gefüllt sein. Durch Öffnen der beiden Drosselklappen kann der noch fehlende Betrag an Zement durch den Arbeiter, welcher sonst während des ganzen Vorganges der Füllung unbeteiligt ist, leicht zugefüllt werden.

Fig. 185.



Einrichtung zur staubfreien Verpackung von Zement.

Es wird nun die Klappe J geschlossen, F geöffnet, und der Vorgang beginnt von neuem in der beschriebenen Weise.

Eine ganz ähnliche Anlage ist von dem Eisenwerk vormals Nagel & Kaemp in Hamburg-Uhlenhorst für die Oberschlesische Zementfabrik in Oppeln ausgeführt.[1])

Auch in den Fabriken für Bleiprodukte von W. Leyendecker & Co. in Köln erfolgt das Verpacken des trockenen Bleiweiss auf mechanischen Schüttelwerken, über denen eine mit einem starken Exhaustor verbundene Saugestelle für die sofortige Absaugung des Staubes sorgt. Als sehr zweckmässig hat sich die Einrichtung erwiesen, dass die Fässer durch eine im Deckel angebrachte Füllöffnung, in welche ein mit Verschlussklappe versehener Trichter genau passt, gefüllt werden. Ist das Fass gefüllt, so wird der in die kreisrunde und konisch zugeschnittene Füllöffnung passende Holzdeckel eingesetzt, und durch Aufschrauben einer Querlatte das Fass geschlossen. Dadurch wird das Staub verursachende Verküfern der Fässer nach der Füllung ganz vermieden.

Bei W. A. Hospelt, Fabriken für chemische Bleiprodukte, Russ und Farben in Köln-Ehrenfeld, erfolgt das Verpacken des in Pulver- und in Brockenform zur Versendung kommenden Bleiweiss gleichfalls durch Packmaschinen, die so montiert sind, dass der Mechanismus unterirdisch liegt, wogegen die Platte, welche zur Aufnahme der

[1]) Vergl. Zeitschrift d. Zentralstelle f. Arb.-Wohlfahrtseinrichtungen 1894, No. 2.

Fässer dient, mit dem Boden des Raumes dasselbe Niveau hat. Über der Platte, in einer Höhe, welche das Unterschieben der grössten zur Verwendung kommenden Fässer noch zulässt, ist ein Trichter zum Absaugen des Staubes angebracht. Derselbe schliesst sich an eine Rohrleitung an, durch welche mittels eines Exhaustors der Staub abgesogen und in ein System von Staubkammern geführt wird, wo ein Niederschlagen desselben durch Zuführung von Dampf stattfindet. Dieselbe Einrichtung befindet sich über der Stelle, an welcher die Fässer nach beendeter Füllung geschlossen werden. Während der Thätigkeit der Packmaschine werden die Fässer mit einem Gummituch überdeckt.

Handelt es sich um die Verpackung in Säcke, so bringt man an der Stelle, wo das fein gemahlene Material abläuft, einen Abfüllstutzen mit Schieber an, welch letzterer geschlossen werden kann, wenn der unter dem Stutzen angebundene Sack gefüllt ist, und geöffnet wird, wenn ein neuer Sack untergebunden ist.

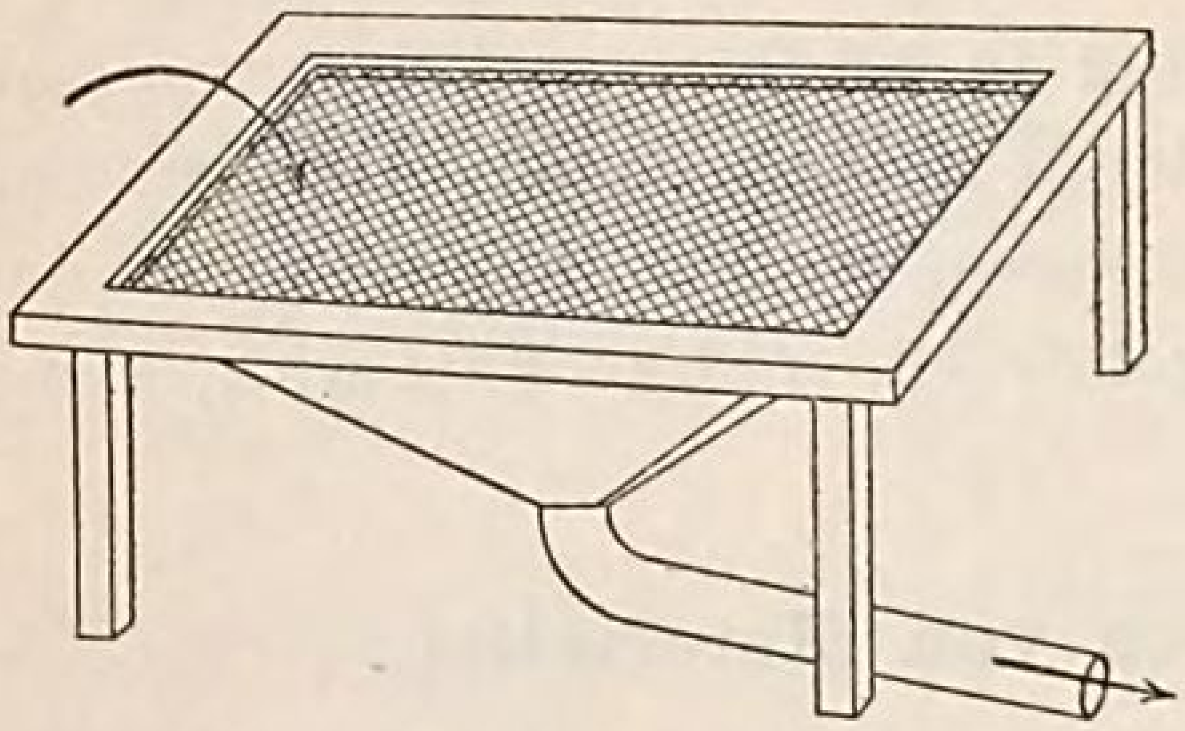
c. Sortieren und Reinigen von Materialien.

Eine Reihe von Vorarbeiten für den eigentlichen Produktionsprozess sind es, die in gewissen Betrieben die Staubgefahr in erster Linie bedingen. Dahin gehören in der sonst ziemlich staubfreien Papierfabrikation verschiedene vorbereitende Manipulationen, welche mit den das Rohmaterial bildenden Lumpen vorgenommen werden müssen, in erster Linie das Sortieren. Durch die zunehmende Verwendung von Cellulose in der Papierfabrikation ist der Verbrauch von Lumpen allerdings von Jahr zu Jahr geringer geworden, indessen hören die Klagen über die schwere Belästigung nicht auf, die nach wie vor in zahlreichen, namentlich kleineren Betrieben den mit dem Sortieren der Lumpen beschäftigten Arbeitern erwachsen. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse u. a. auch in den Kunstwollfabriken, in denen aus den Lumpen die nicht wollenen Stoffe entfernt werden müssen. Wird diese Manipulation, wie das noch mannichfach geschieht, mit dem ungereinigten Material vorgenommen, so entsteht dabei ein in hohem Grade ekelhafter und gesundheitsschädlicher Staub, dessen Beseitigung dringend gefordert werden muss. Um diesen Zweck zu erreichen, findet sich in vielen Betrieben die Einrichtung, dass an Stelle der vollen Tischplatte, auf der die Arbeit des Sortierens vorgenommen wird, ein Drahtnetz angeordnet ist, durch dessen Maschen der Staub hindurchfällt, um sich in einem untergestellten Kasten zu sammeln, aus dem er von Zeit zu Zeit entfernt wird. Voll zur Wirkung gelangt diese Einrichtung indessen erst, wenn das Prinzip der mechanischen Staubabsaugung dazukommt, wie es in der schematischen Zeichnung Fig. 186 (S. 404) veranschaulicht ist.

Diese sehr wirksame Einrichtung findet sich heute in vielen Papierfabriken und selbständigen Sortieranstalten. In ersteren ist die zum Antriebe des Exhaustors erforderliche mechanische Kraft ohne weiteres zur

Verfügung. Grösseren Schwierigkeiten begegnet ihre Durchführung in den selbständigen Sortieranstalten, die für ihren Betrieb motorischer Kraft nicht bedürfen. Die Kosten einer derartigen Kraftanlage giebt Wörishoffer[1]) für einen grösseren Betrieb von 130 Arbeitern zu 5000 Mark an. Für kleinere Betriebe dürfte sich die Aufstellung eines Kleinmotors oder die Anbringung von Wasserdruckventilatoren empfehlen.[2]) Ein Teil der Anlagekosten wird dadurch wieder eingebracht werden können, dass der gesammelte Staub zur Papp- oder Kunstdüngerfabrikation Verwendung findet.

Fig. 186.



Sortiertisch mit Staubabführung.

Derselbe Zweck, der durch die eben beschriebenen Einrichtungen angestrebt wird, wird in noch weit vollkommenerem Maasse erreicht, wenn dem Sortieren der Lumpen eine Reinigung derselben vorausgeht. Es geschieht dies in sogenannten Klopfwölfen oder Haderndreschern, deren Einführung in Papierfabriken und Lumpensortierungsanstalten einen wesentlichen hygienischen Fortschritt bedeutet. Solche Haderndrescher werden in Deutschland von der Maschinenfabrik J. M. Voith in Heidenheim a. d. Brenz gebaut und sind in der nachstehend beschriebenen Form in vielen Papierfabriken im Betriebe.[3])

Der Voith'sche Haderndrescher (Fig. 187) besteht aus einem ganz aus Eisen konstruierten, vollständig geschlossenen Gehäuse, in welchem hintereinander mehrere zylindrische, mit grossen Spitzen versehene Trommeln rotieren. Der Apparat wird von dem Tische a aus durch ein Zuführtuch b c mit den zu reinigenden Lumpen beschickt, die alsdann von den Trommeln d eine Zeit lang geschlagen, gerieben, bezw. geschüttelt werden, wobei der anhaftende Schmutz sich von denselben loslöst und durch unterhalb der Trommeln angebrachte durchlochte Bleche in den Trichter h nach unten fällt. Ein oberhalb der Maschine angebrachter Exhaustor sorgt durch kräftiges Absaugen der im Drescher enthaltenen Luft für Abführung der in derselben schwebenden Staubteile und erzeugt einen Minderdruck derart, dass zu den Achslöchern und Verkleidungsfugen die Luft von aussen her eintritt und infolgedessen kein Staub aus dem Drescher heraus in den Arbeitsraum dringt. Die mit Staub erfüllte Luft, die bei k in den Exhaustor eintritt, verlässt denselben bei i und wird durch eine Staubkammer geführt, in der sich die Staubteile absetzen, ehe die Luft ins Freie tritt. Die gereinigten Lumpen verlassen den Apparat durch die Öffnung g und gelangen von da in den Raum, in welchem sie weiter verarbeitet werden.

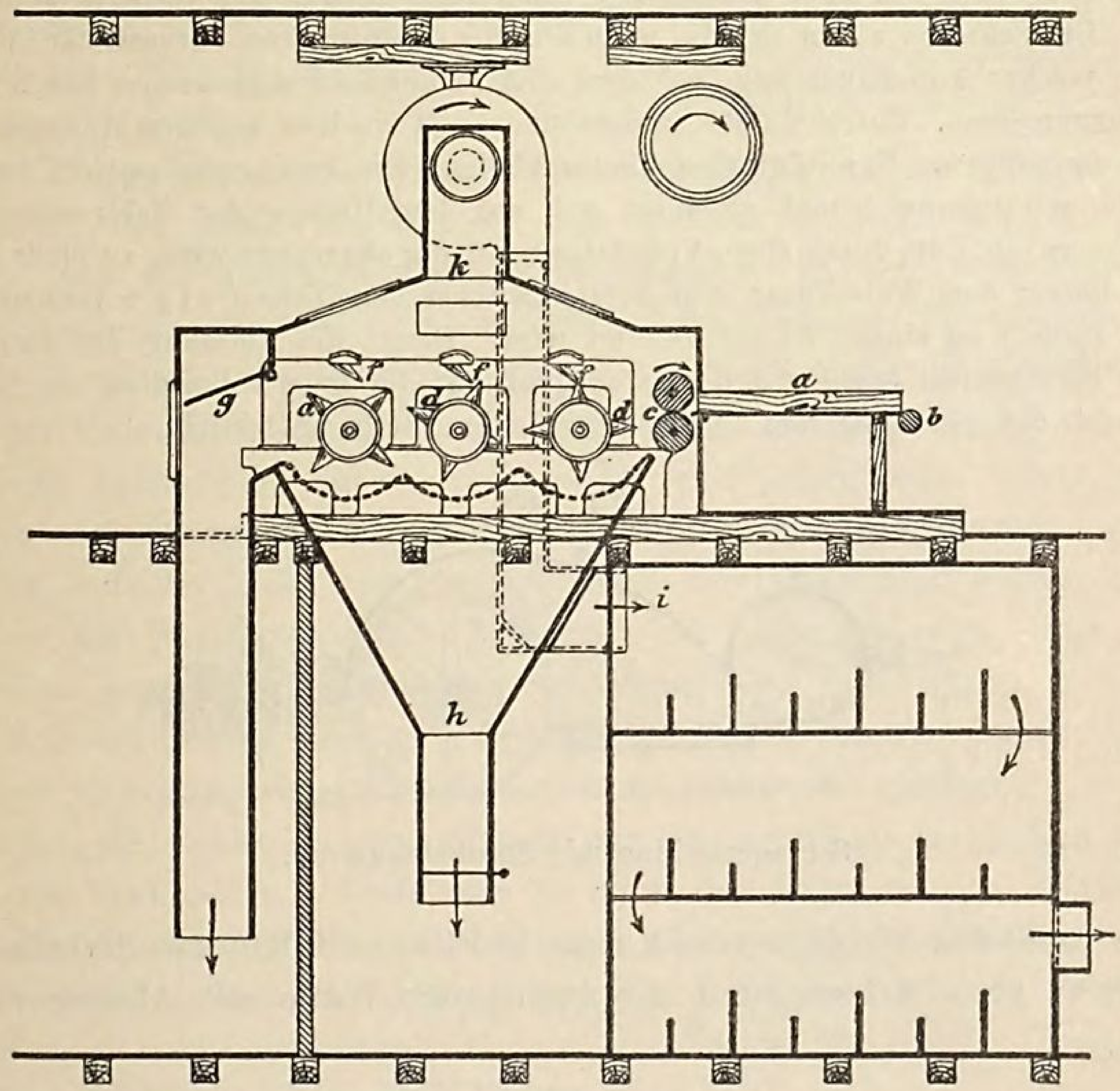
1) Amtliche Mitteilungen 1889, S. 209.

2) Vergl. Amtliche Mitteilungen 1891, S. 191.

3) Vergl. auch Amtliche Mitteilungen 1882, S. 458; 1883, S. 463; ferner Hoffmann's Papierzeitung VI. Jahrg., Heft 12.

Die auf diese Weise gereinigten Lumpen werden, nachdem sie sortiert und geschnitten sind, häufig noch einem zweiten Reinigungsprozess unterworfen, der wieder in besonderen Reinigungsmaschinen, den sogenannten „Stäubern" vor sich geht. Dieselben bestehen aus vier oder mehr hintereinander liegenden, mit Stäben versehenen Wellen, welche sich ganz ähnlich wie im Drescher in gelochten Blechböden bewegen. Die Spitzen stehen in einer Spirallinie, damit die Schläge sich gleichmässig verteilen. Auch hier bringt man das Innere der Maschine mit einem Exhaustor in Verbindung, um den entstehenden Staub abzusaugen.

Fig. 187.



Haderndrescher von J. M. Voith in Heidenheim a. d. Brenz.

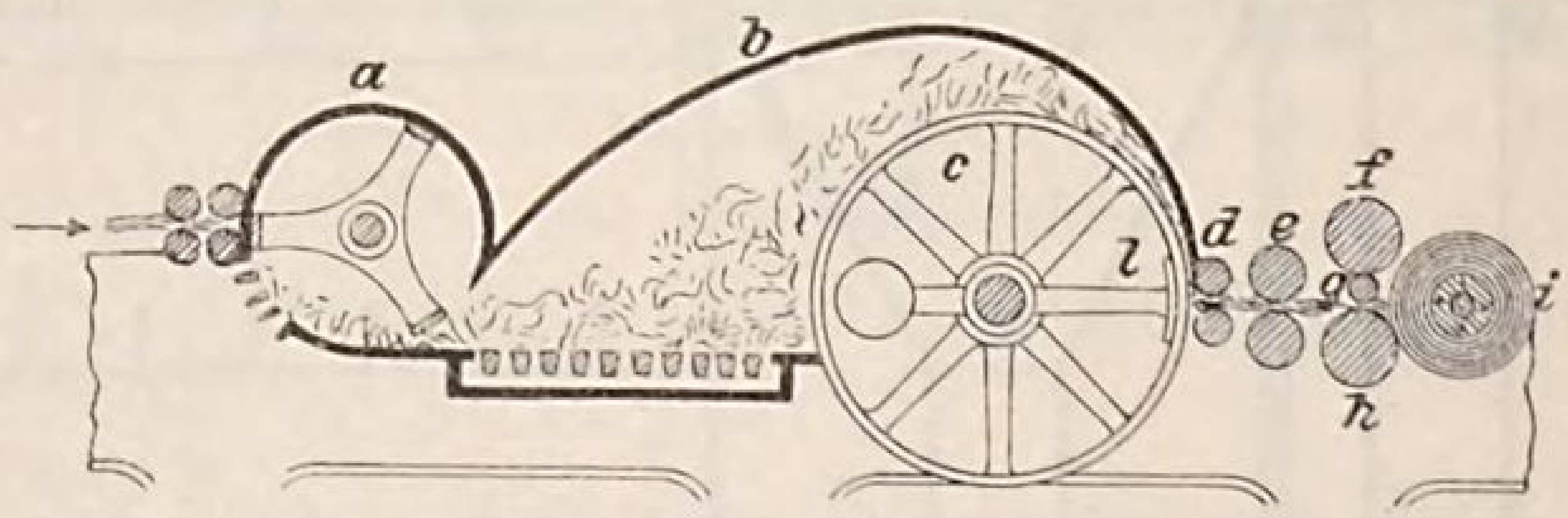
Reinigungsmaschinen sind auch die in der Textilindustrie, insbesondere in den Baumwollspinnereien, zum Auflockern der in stark gepresstem Zustande in den Handel kommenden Baumwolle jetzt überall in Anwendung gezogenen Wölfe (Opener) und Schlagmaschinen (Batteure).

Die erstere der genannten Maschinen bewirkt die Auflockerung der Baumwolle, ähnlich wie bei den vorher beschriebenen Haderndreschern, durch mehrere in einem Gehäuse hinter einander angeordnete, mit daumenförmigen Erhebungen (Zähnen) versehene Trommeln, welche die Baumwolle durch einen Zuführungsapparat empfangen und wiederholt gegen eine Reihe ebensolcher feststehender Zähne werfen. Unterhalb dieser Schlagtrommeln wird ein aus dünnen Eisenstäben bestehender Rost angebracht, durch welchen die groben Verunreinigungen hindurchfallen. Die auf solche Weise

aufgelockerte und von groben Verunreinigungen befreite Baumwolle passiert hierauf zwei mit feinmaschigem Drahtgewebe überzogene Trommeln, aus deren Innern durch einen Ventilator die Luft abgesaugt wird. Indem sich die Baumwolle an den Umfang dieser Siebe anlegt, wird sie durch die durchdringende Luft von den feinsten Staubteilen sowie von den allzu kurzen Härchen befreit.

Zur weiteren Reinigung der von dem Opener gelockerten Baumwolle dient die Schlagmaschine (Batteur). Die Baumwolle wird auf einem Lattentuche ausgebreitet, durch ein Paar Riffelwalzen dem im Innern des Gehäuses a (Fig. 188) rotierenden Schlagflügel zugeführt, der aus zwei oder drei Stahlschienen besteht, welche durch mehrere Armkreuze mit einer in schneller Umdrehung befindlichen Welle in Verbindung stehen. Die Schienen sollen auf die zwischen den Speisewalzen hervortretende Baumwolle in rascher Aufeinanderfolge schlagen und so die noch vorhandenen büschelweisen Anhäufungen lösen. Unterhalb des Schlagzylinders ist ein Rost angebracht, durch dessen Spalten die gröberen Unreinigkeiten hindurchfallen. Die Baumwolle passiert dann den sogenannten Flugraum b und vereinigt sich auf dem Umfang der Siebtrommel c, aus deren Innern die Luft durch einen Ventilator beständig abgesaugt wird, zu einer dünnen Watte, die von dem Walzenpaar d abgelöst, zwischen den Walzen e f g h verdichtet und auf der Spule i zu einem Wickel geformt wird. Damit die Ablösung der Baumwolle von der Siebtrommel leichter von statten geht, ist im Innern derselben ein Schirm l angebracht, der den Luftstrom an der betreffenden Stelle unterbricht.

Fig. 188.



Schlagmaschine mit Staubabsaugung.

In ähnlicher Weise versieht man in Filz- und Kunstwollfabriken die Maschinen zum Reissen und Krempeln der Wolle mit Absaugevorrichtungen.

In Mühlenbetrieben, in der Tabakindustrie u. a. findet häufig eine Belästigung durch Staub beim **Reinigen der Säcke** statt, falls letzteres in der gewöhnlichen Weise durch Ausklopfen mit Handklopfern vorgenommen wird. Für grössere Betriebe, in denen, bei ausschliesslicher Verwendung bestimmter Arbeiter für diese Verrichtung, hierdurch für diese eine wirkliche Gesundheitsgefahr erwächst, eignen sich besondere Sackklopfmaschinen, wie solche u. a. in den Fabriken der k. k. **Generaldirektion der Tabakregie** in Wien im Betriebe sind.

Der Apparat besteht aus einem geschlossenen Gehäuse, in welches die zu reinigenden Säcke, zu einem langen Tuch zusammengeheftet, durch zwei Walzen eingeleitet und dadurch, dass sie beim Austritt S-förmig über zwei weitere Walzen geführt werden, in einer gewissen Spannung gehalten werden. Innerhalb des Gehäuses rotiert eine

Welle, welche mit elastischen, aus spiralförmig gewundenem Stahldraht bestehenden Federn besetzt ist. Diese schlagen das durch den Apparat hindurchgehende Tuch, während ein auf derselben Welle sitzender Ventilator die Staubluft abführt.[1])

d. Mechanische Zerkleinerung von Materialien.

Eine der häufigsten und gefährlichsten Staubquellen in der gesamten Industrie bildet die Zerkleinerung von Materialien zu Pulverform, sei es dass dieselbe Selbstzweck des Fabrikationsprozesses ist, wie in der Müllerei, Zementfabrikation, Thomasschlackenindustrie u. s. w., sei es dass sie, wie im Hüttenbetriebe, in der Thonwarenfabrikation, der Schmirgelfabrikation und vielen anderen, als Vorbereitungsprozess für weitere Manipulationen mit dem Material dient. Das ältere dabei geübte Verfahren, das auch heute noch das weitaus verbreitetere ist, ist das des Mahlens der Materialien auf Kollergängen. In dem weitverzweigten Müllereigewerbe, in der Zementfabrikation, in der Thomasschlackenindustrie und vielen anderen Betrieben ist diese Methode der Zerkleinerung der Materialien die gebräuchlichste, und es wird darauf ankommen, die Wege anzugeben, auf welchen dabei eine möglichste Verhütung von Staubentwickelung angestrebt werden kann. Nach dem bereits Gesagten ist ohne weiteres klar, dass es sich auch hier wesentlich darum handelt, den Ort der Staubentwickelung durch eine zweckmässige Umkleidung möglichst gegen die Umgebung abzuschliessen und durch Erzeugung eines luftverdünnten Raumes innerhalb der Umkleidung einen Luftstrom, der von dem Arbeitsraum nach aussen führt, zu erzeugen, der stark genug ist, den Staub mit zu reissen und am Austreten nach dem Arbeitsraum zu verhindern. Dass dies je nach der Eigenart des Betriebes in der mannichfaltigsten Weise geschehen kann, liegt auf der Hand. Hier kommt es indessen nur darauf an, das Prinzip durch ein Beispiel zu erläutern, dessen Betrachtung die nötigen Fingerzeige für die Übertragung desselben auf jeden Einzelfall liefern wird.

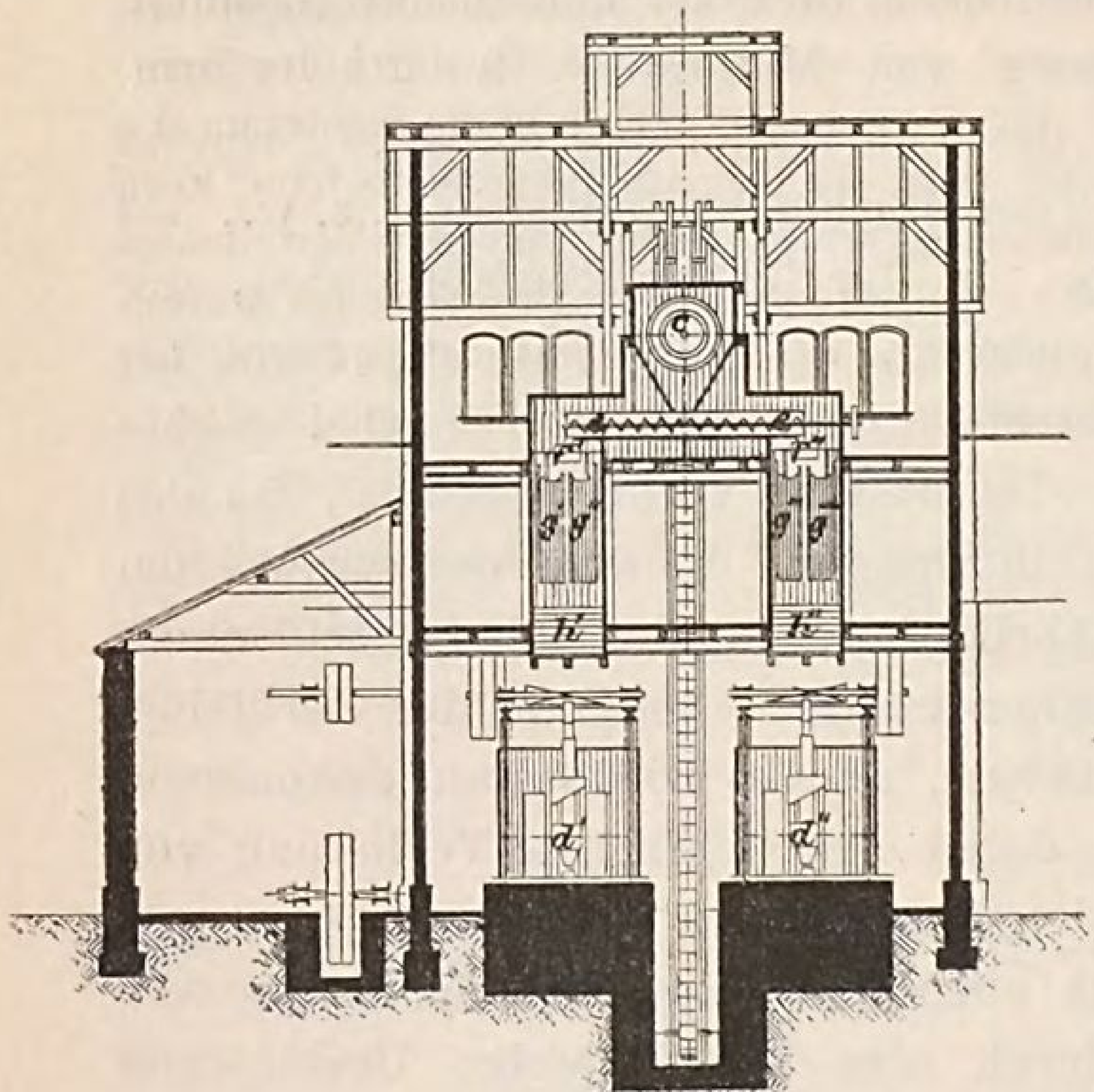
Wir wählen hierzu eine Anlage, welche in nahezu vollkommener Weise die oben gestellte Forderung erfüllt, indem der gesamte Arbeitsprozess, einschliesslich des Transports der Materialien und aller Nebenverrichtungen bis zur Verpackung, sich in einem abgeschlossenen Raum vollzieht, ohne dass der Arbeiter anders als beim Aufgeben des Materials mit demselben in Berührung käme. Es handelt sich um die Anlage einer Thomasschlackenmühle, wie dieselbe von der Firma Schüchtermann &

[1]) Eine ähnliche Sackklopfmaschine (System F. A. Herbertz) liefert das Eisenwerk vorm. Nagel & Kaemp, Aktiengesellschaft in Hamburg. Dieselbe Firma baut ferner Maschinen, in welchen Säcke durch Bürsten gereinigt werden. Sackbürst- und Klopfmaschinen sind auch durch die Firma L. B. Fiechter in Basel zu beziehen.

Kremer in Dortmund für die Maximilianhütte zu Rosenberg in Bayern ausgeführt ist.[1])

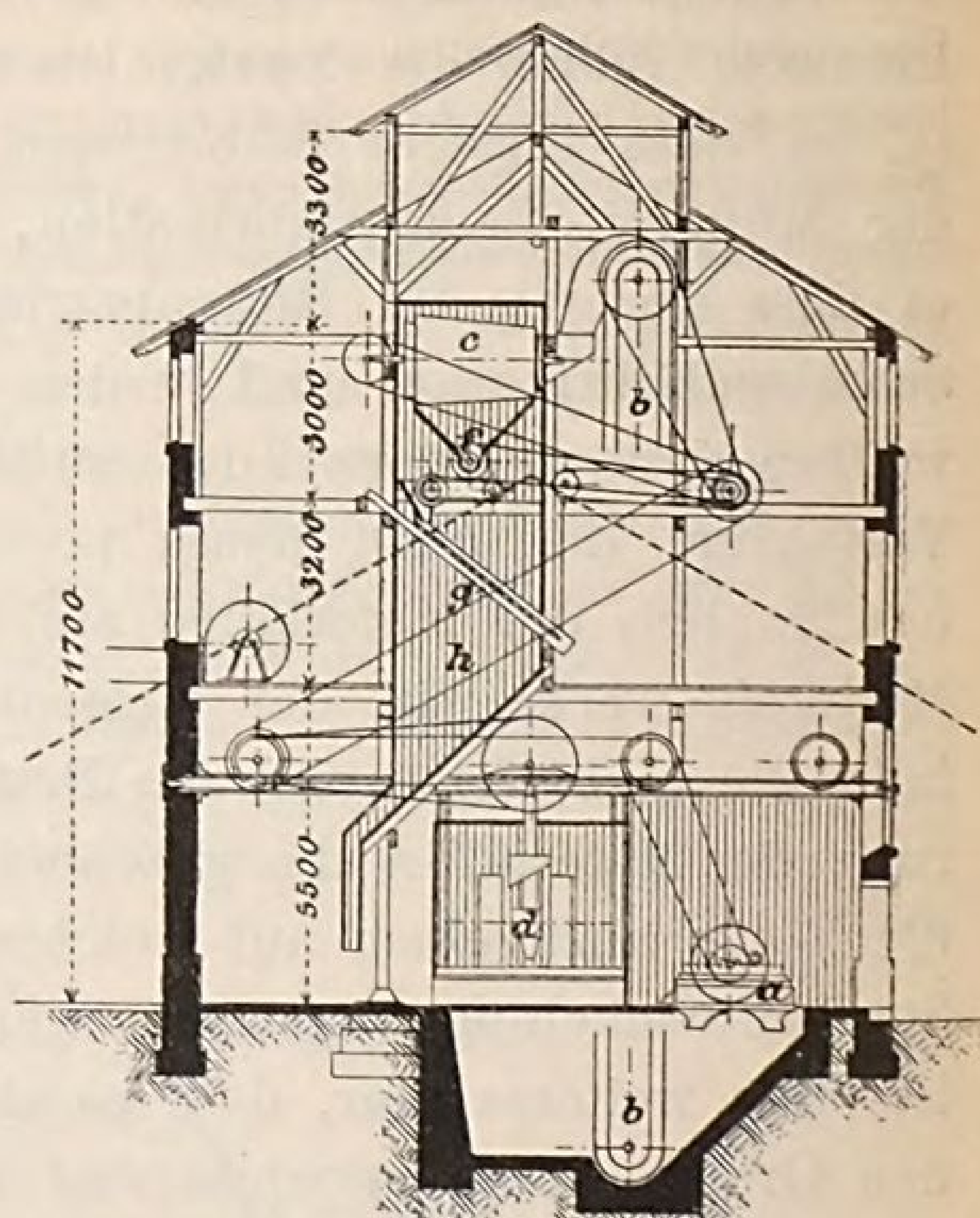
Die rohe Schlacke wird hier dem Steinbrecher a (Fig. 190 u. 191) mit der Schaufel aufgegeben, von diesem zerkleinert und dann durch das Becherwerk b in die Siebtrommel c

Fig. 189.



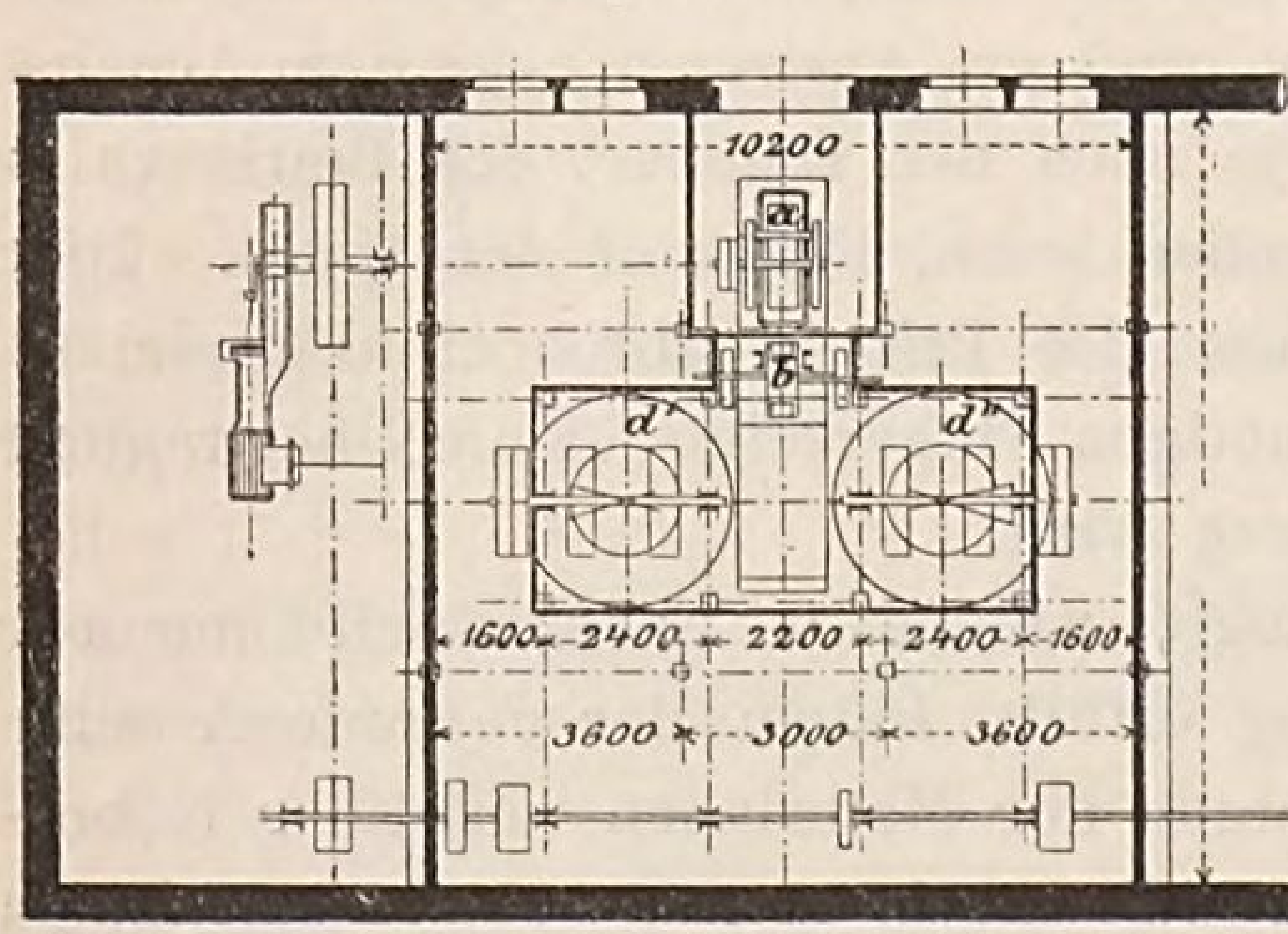
Längsschnitt.

Fig. 190.



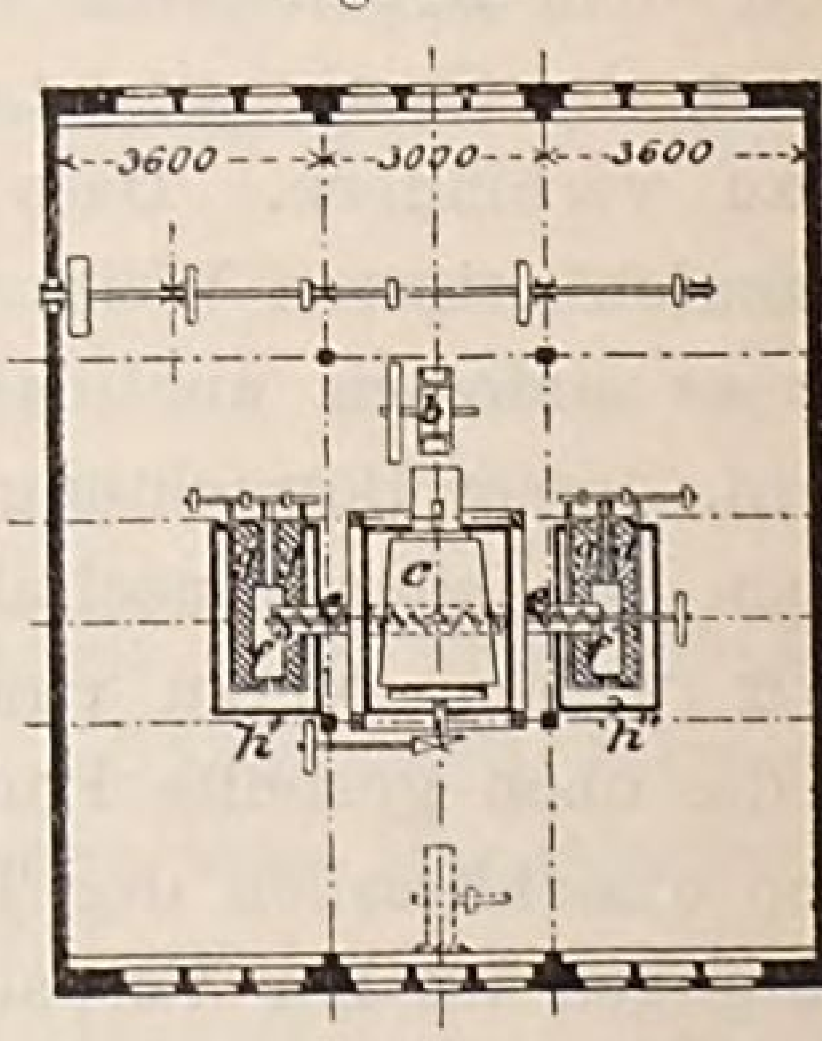
Querschnitt.

Fig. 191.



Erdgeschoss.

Fig. 192.



Zweiter Stock.

Staubverhütungseinrichtungen in einer Thomasschlackenmühle.

gehoben. Die letztere hat einen doppelten Mantel, einen mit 10 mm und einen mit 3 mm Lochung. Enthält die Schlacke Eisen, so fällt das Korn über 10 mm Durchmesser aus dem inneren Trommelmantel auf einen Lesetisch, auf welchem das Eisen ausgelesen

[1]) Zeichnung und Beschreibung sind dem Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. II, 2. Heft, S. 141 ff. entnommen.

wird, während das Korn von 3 bis 10 mm Durchmesser aus dem äusseren Mantel über einen elektrischen Apparat geführt und durch diesen von den Eisenteilchen gereinigt wird. Nachdem auf diese Weise das Eisen aus der Schlacke ausgeschieden ist, fällt letztere von den beiden genannten Apparaten je zur Hälfte auf die beiden Kollermühlen d′ und d″, um von diesen fein gemahlen zu werden. Bei eisenfreier Schlacke wird das Korn über 3 mm Durchmesser unter Wegfall des Lesetisches und des elektrischen Apparates aus den beiden Trommelmänteln direkt den Kollermühlen zugeführt. Das von den Kollermühlen verarbeitete Material wird zusammen mit der durch den Steinbrecher a zerkleinerten Schlacke abermals durch das Becherwerk b in die Siebtrommel c gehoben, von welcher das durch den äusseren Trommelmantel abgesiebte feine Korn unter 3 mm Durchmesser durch die Schnecke e (Fig. 189 u. 192) und die Verteilungswalzen f′ und f″ auf die Rüttelsiebe g′ bis g″″ verteilt wird. Das von den Rüttelsieben abgesiebte feine Mehl sammelt sich in den Trichtern h′ und h″ und wird aus diesen in Säcke abgezogen, wogegen der Abgang von den Rüttelsieben auf die Kollermühlen zurückfällt.

Es handelt sich also hier um einen ziemlich komplizierten Arbeitsvorgang, bei dem aber mit annähernder Vollkommenheit der Grundsatz durchgeführt ist, sämtliche Staubquellen: Kollergänge, Transportvorrichtungen, Siebe u. s. w. von dem Arbeitsraum abzuschliessen, so dass, wenn nunmehr dafür gesorgt wird, dass durch Absaugung innerhalb der Umschliessung ein Minderdruck entsteht, Luft durch Fugen, unvermeidliche Öffnungen u. s. w. nur eintreten, nicht austreten kann und damit eine Verbreitung von Staub in dem eigentlichen Arbeitsraum in weitgehendem Maasse vermieden wird.

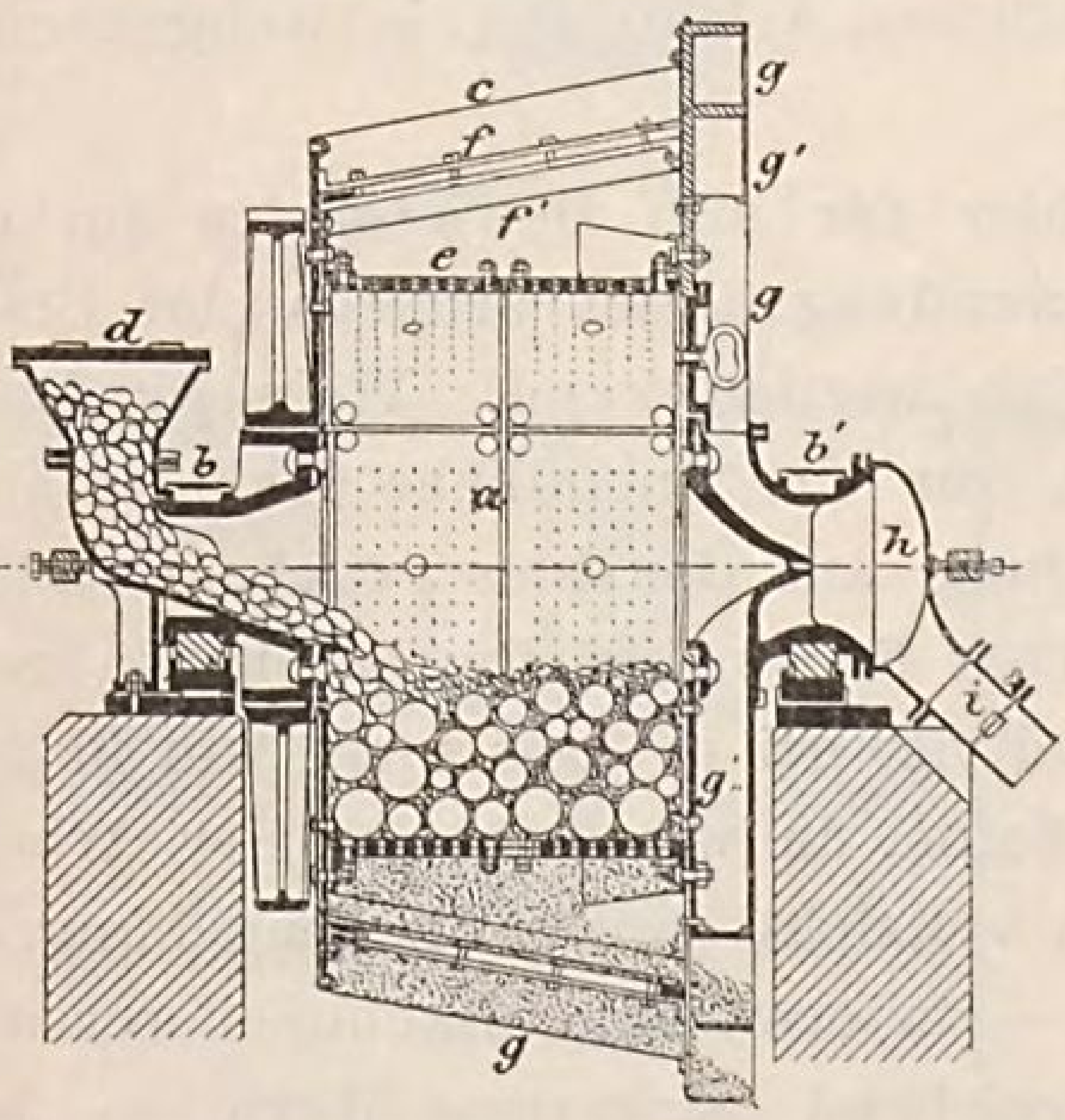
Es ist nicht unsere Aufgabe, hier für alle Betriebsarten im einzelnen zu schildern, wie unter Anwendung dieses Prinzips eine Staubfreierhaltung des Arbeitsraumes erzielt werden kann. Vielmehr ist es Sache des ausführenden Technikers, für die unendliche Mannichfaltigkeit der Einzelfälle die Nutzanwendung aus den hier gegebenen allgemeinen Regeln zu ziehen. In der That findet dasselbe bereits in zahlreichen Betrieben erfolgreiche Verwendung, sei es dass man, wie in dem mitgeteilten Beispiel, den gesamten Raum, in welchem sich der Arbeitsprozess auf rein mechanischem Wege vollzieht, gegen die Umgebung abgeschlossen hat, sei es, dass man — in etwas unvollkommenerer aber immerhin für viele Fälle noch ausreichend wirksamer Weise — jede einzelne Zerkleinerungsmaschine durch Rohre mit einer Exhaustionsanlage verbunden hat, welche die Abführung des Staubes bewirkt. In vielen Müllereibetrieben, Zementmühlen, Schmirgelwerken und ähnlichen Anlagen ist das Prinzip bereits in einem Umfange durchgeführt, dass den Anforderungen der Hygiene in den betreffenden Arbeitsräumen in dieser Beziehung vollauf Genüge geschehen ist.

Berücksichtigt man indessen, dass ungeachtet aller mechanischen Vorrichtungen bei manchen von diesen Fabrikationsprozessen immer noch

viel Handarbeit verrichtet werden muss, so wird man von diesen komplizierten Mahlsystemen einen völligen Ausschluss der Gefahr nicht in allen Fällen erwarten dürfen. Vielmehr muss der Grundsatz gelten, „durch geeignete Anordnung die Entstehung des Staubes auf möglichst wenige Stellen zu beschränken“.[1]) Diese Forderung erfüllen in sehr weitgehendem Maasse die Kugelmühlen, die für viele der in Betracht kommenden Fabrikationszweige, so zum Zerkleinern von Thomasschlacke, Erzen, Hüttenprodukten, Schwerspat, Gips, Chamotte, Zement, Kohle u. a. seit einer Reihe von Jahren Verwendung finden. Das Prinzip dieser Kugelmühlen besteht darin, dass eine Trommel, welche je nach Bedarf 100 bis 800 kg Gussstahlkugeln von 40 bis 100 mm Durchmesser enthält, sich um Zapfen oder auf durchgehender Welle dreht. Das zu zerkleinernde Material wird durch die Kugeln zerschlagen und zerrieben — was bei den verschiedenen Systemen auf von einander abweichende Weise geschieht —, ohne die Umhüllung zu verlassen gesiebt und endlich durch verschiedene Vorrichtungen abgeleitet.

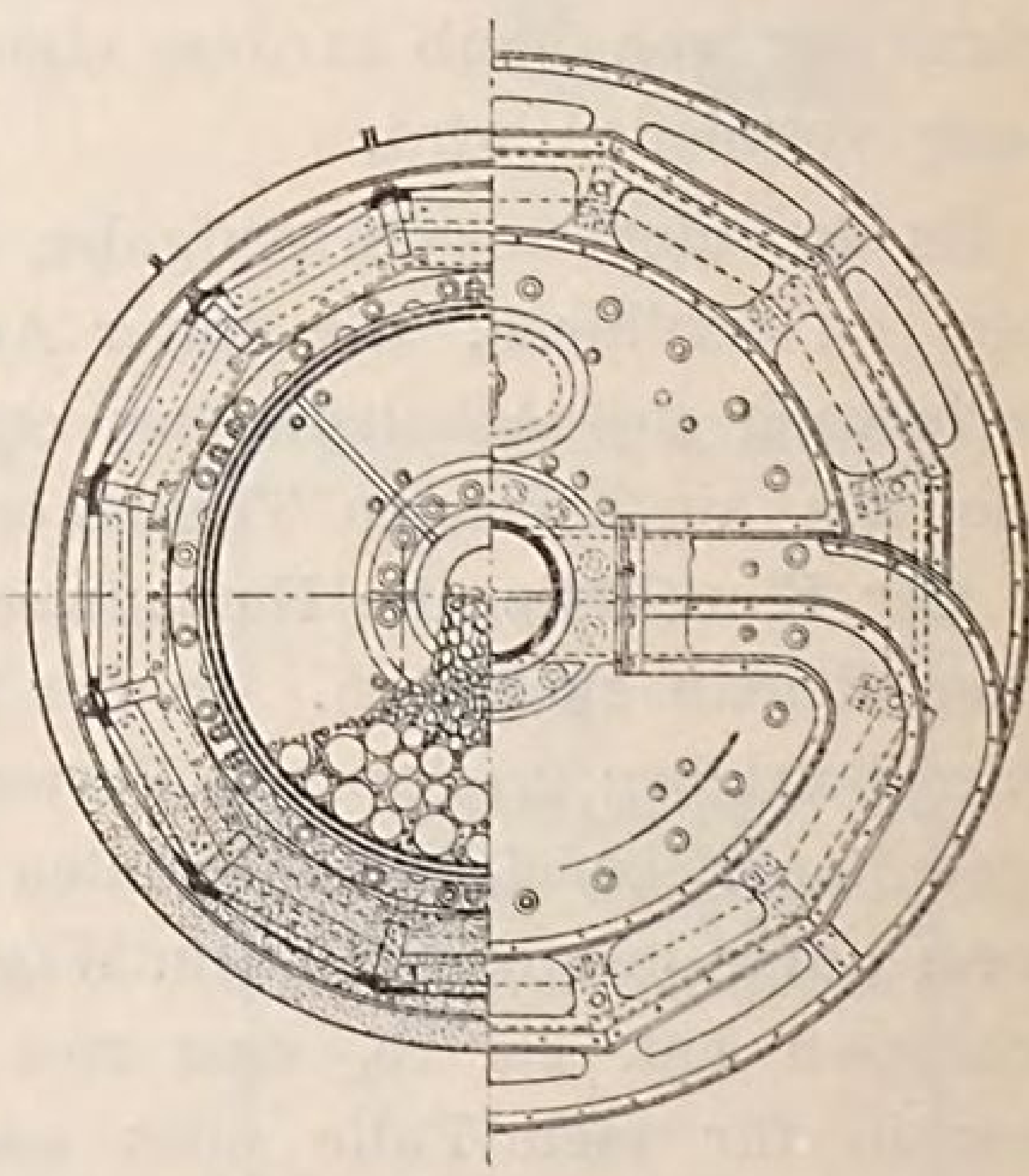
Die Kugelmühle von Gebr. Sachsenberg in Rosslau a. d. Elbe (Fig. 193 und 194) besitzt eine aus einem doppelten Mantel gebildete Trommel a, von welcher der äussere

Fig. 193.



Querschnitt.

Fig. 194.



Längsschnitt.

Kugelmühle von Gebr. Sachsenberg in Rosslau a. d. E.

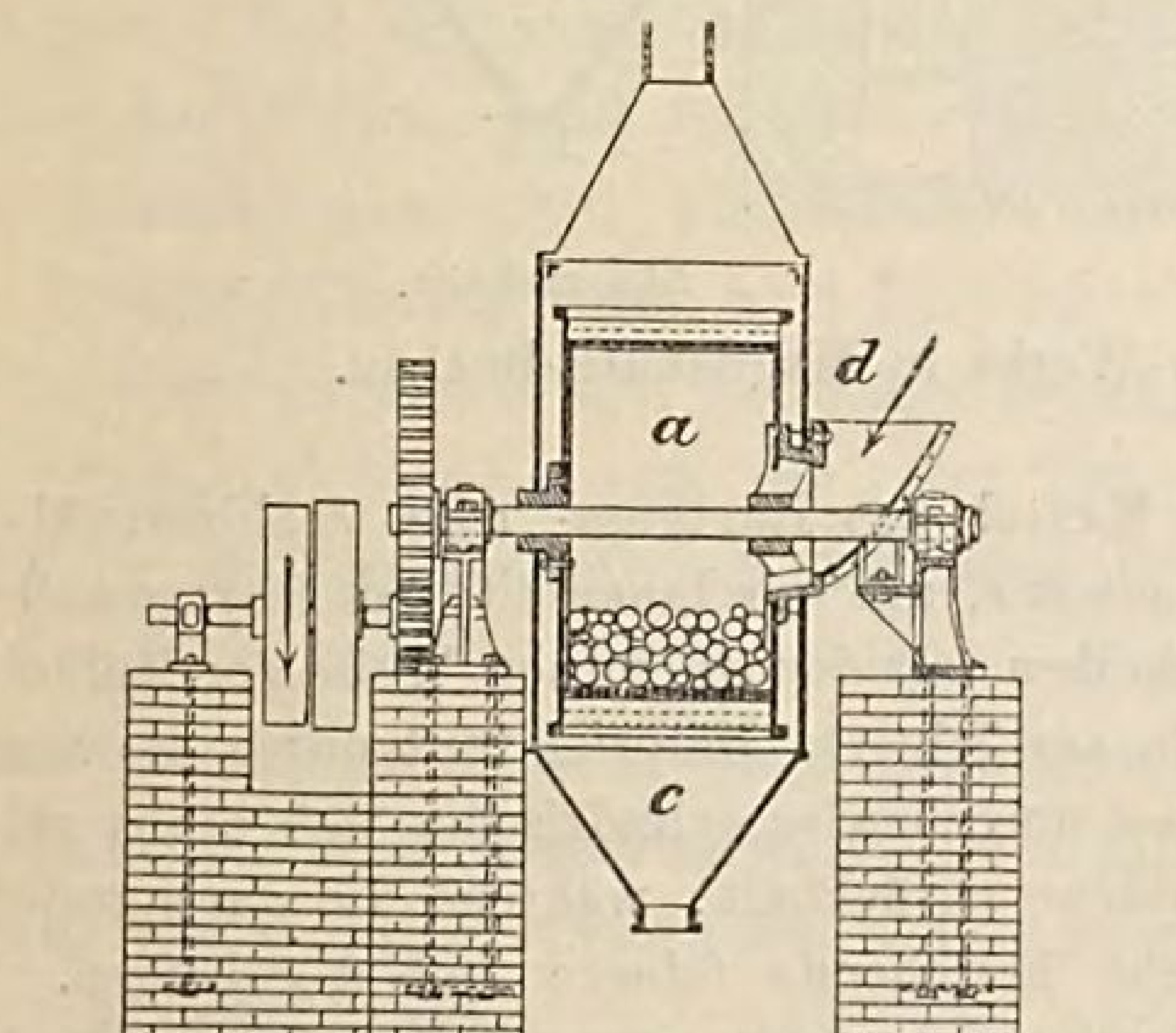
aus Schmiedeeisen, der innere, die eigentliche Mahlfläche, aus Gussstahl besteht; letztere kann, wenn sie abgenutzt ist, ausgewechselt werden. Die aus Schmiedeeisen bestehenden Seitenwände sind im Innern der Trommel mit Stahlplatten gepanzert,

[1]) Oppler, Abschnitt: Chemische, Glas- und keramische Industrie im Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung II. Bd., 2. Heft, S. 143. Berlin 1891.

welch' letztere nach der Abnutzung ebenfalls durch neue ersetzt werden können. Die Mühle läuft mit ihren Hohlzapfen b b′ in Pockholzlagern; an den Zapfen b schliesst sich der mit filzgedichtetem Deckel versehene Fülltrichter d an, in welchen das Rohmaterial geworfen wird. Das durch die Wirkung der Kugeln zerkleinerte Mahlgut geht durch die Löcher des Mantels e, passiert zunächst das aus gelochtem Eisenblech bestehende Schutzsieb f′, fällt von hier durch das eigentliche Feinsieb f, welches das Mahlgut in dem gewünschten Feinheitsgrade fertig abliefert, indem es auf der schrägen Fläche des äusseren Mantels c entlang in den an der Stirnfläche der Trommel liegenden gekrümmten Kanal g gleitet, der es bei der Umdrehung der Mühle dem Hohlzapfen b′ zuführt, an welchen sich die mit Filz abgedichtete Kapsel h anschliesst. Von dieser zweigt sich das mit Absperrschieber versehene Ablaufrohr i ab, durch welches das Mahlgut in einen dicht damit verbundenen Sack abgeführt wird. Die groben Stücke laufen, über die geneigte Fläche des Siebes f gleitend, in den mit g parallel laufenden Kanal g′, welcher sie in das Innere der Trommel zurückführt, bis sie hinreichend zerkleinert das Feinsieb passieren können. Um auch ein Minimum von Staub, das beim zeitweisen Öffnen der Füllöffnung und beim Abhängen des gefüllten Sackes entweicht, zu entfernen, ist ein von der Maschine mit betriebener Schraubenventilator angebracht, der mittels an den betreffenden Stellen angebrachter Blechrohre den Staub absaugt.

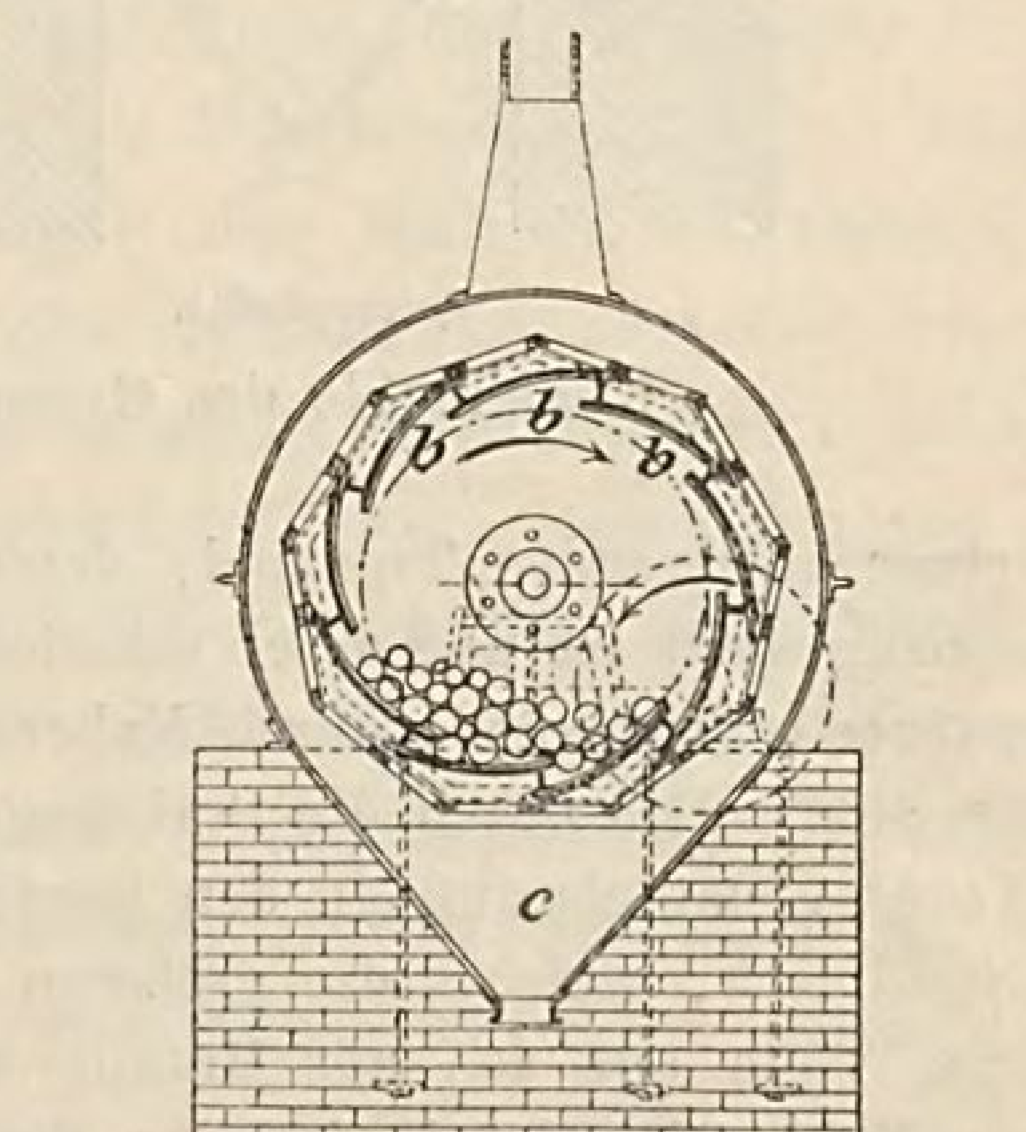
Die Kugelmühle von Hermann Löhnert in Bromberg (Fig. 195 und 196) besteht aus einer Trommel a, welche aus einzelnen gepanzerten, mit ca. 8 bis 10 mm

Fig. 195.



Querschnitt.

Fig. 196.



Längsschnitt.

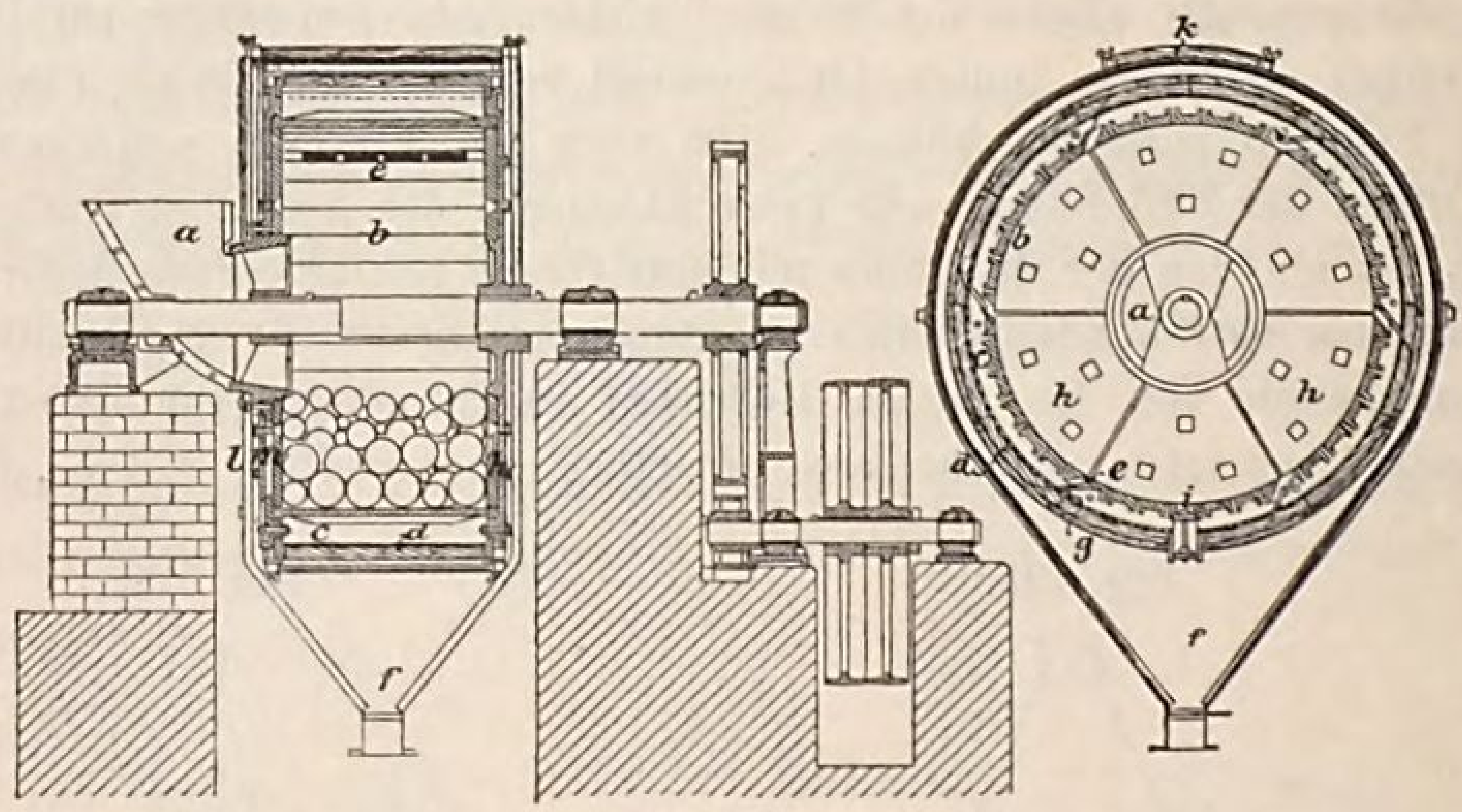
Kugelfallmühle von Hermann Löhnert in Bromberg.

grossen Löchern versehenen gebogenen Auflaufplatten b gebildet wird. Dieselben sind so angeordnet, dass sie sich vom Umfange der Trommel nach innen gegen die Achse hin heben, mithin das Ende der einen Platte immer um einige Centimeter höher liegt als der Anfang der folgenden. Diese Erhebung der Auflaufplatten nach innen bezweckt, die im Innern rotierenden Gussstahlkugeln vom Kreislauf abzulenken und hinabfallen zu lassen (daher der Name „Kugelfallmühle") und dadurch ihre mahlende Wirkung zu erhöhen. Hinter jeder der Auflaufplatten liegt in gleicher Richtung ein Schutzsieb für das darunter liegende feine Sieb. Dieses äussere Sieb erhält je nach dem gewünschten Feinheitsgrade des Mehles die entsprechenden Öffnungen. Alles

Material, welches noch nicht fein genug ist, um die Schutzsiebe oder die äusseren feinen Siebe zu passieren, fällt während des Betriebes durch die aus der Erhebung der Auflaufplatten und Schutzsiebe gebildeten Öffnungen in die Trommel zurück und wird der fortgesetzten Mahlung unterworfen. Die Trommel ist mit einer nach unten trichterförmig abschliessenden Verkleidung c umgeben, welche die Verstäubung verhindert und das Mahlprodukt in angehängte Säcke abliefert. Der Einwurf des Materials geschieht seitlich in Höhe der Mittelachse der Trommel. Über dem Einwurftrichter d mündet ein Ventilationskanal, welcher etwa aufsteigenden Staub abführt.

Wiederum abweichend in der Konstruktion ist die Kugelmühle des Gruson-Werks in Magdeburg-Buckau. Dieselbe besteht (Fig. 197 und 198) im wesentlichen

Fig. 197. Fig. 198.



Querschnitt. Längsschnitt.

Kugelmühle des Gruson-Werks in Magdeburg-Buckau.

aus einer rotierenden Trommel, deren Mantel aus Hartguss- oder Stahlroststäben b zusammengesetzt ist und deren schmiedeeiserne, auf der Innenseite mit Hartgussplatten h gepanzerte Stirnwände durch Nabenscheiben mit der stählernen Welle der Mühle verbunden sind. Das durch die Stahlkugeln zerkleinerte Material fällt durch die Spalten des Trommelmantels auf ein den letzteren umgebendes zylindrisches Sieb c aus gelochtem Stahlblech, welches die gröberen Stücke zurückhält, während die durchgesiebten feineren Teile auf das aus Metallgewebe bestehende feinere Sieb d gelangen. Das fertige Mehl fällt durch dasselbe hindurch in den mit einem Sackstutzen und einem Verschlussschieber versehenen Auslauftrichter f eines die Trommel staubdicht umgebenden Blechgehäuses. Die abgesiebten, durch die Siebe c und d zurückgehaltenen Griese werden von den über die ganze Breite der ersteren reichenden und durch entsprechende Schlitze in dem Siebmantel c hindurchgehenden Blechschaufeln g den Kanälen e zugeführt, welche in einigen der Roststäbe ausgespart sind und durch welche sie in das Innere der Trommel zurückfallen, um der Wirkung der Kugeln aufs neue ausgesetzt zu werden.

Sehr zweckmässig ist die Art und Weise, wie die zu vermahlenden Stoffe in die Trommel eingebracht werden. Die Zuführung erfolgt durch eine Nabenscheibe, welche zu diesem Zwecke durchbrochen ist. Die dadurch entstehenden Speichen sind ähnlich wie eine Schiffsschraube gekrümmt, so dass sie bei ihrer Rotation mit der Mühlentrommel als Transportschnecke wirken und das in den Trichter a aufgegebene Mahlgut in die Trommel befördern, während sie andererseits das Herausspringen von Kugeln

aus der Trommel in den Aufgabetrichter wirksam verhindern. Stahl- oder Eisenteile, die u. a. mit der Thomasschlacke in die Trommel gelangt sind, entfernt man durch den in einem der Roststäbe befindlichen Spalt i; man schraubt zu diesem Zweck die den Spalt verschliessende Klappe von der Schlotöffnung k des Staubgehäuses aus ab und lässt die Mühle einige Umdrehungen machen. Auf die gleiche Weise entleert man die Trommel gegebenen Falls von den Mahlrückständen. Das Trommelinnere ist durch das Mannloch l in der Stirnwand des Staubgehäuses und das entsprechende Mannloch m in der Stirnwand der Trommel zugänglich.

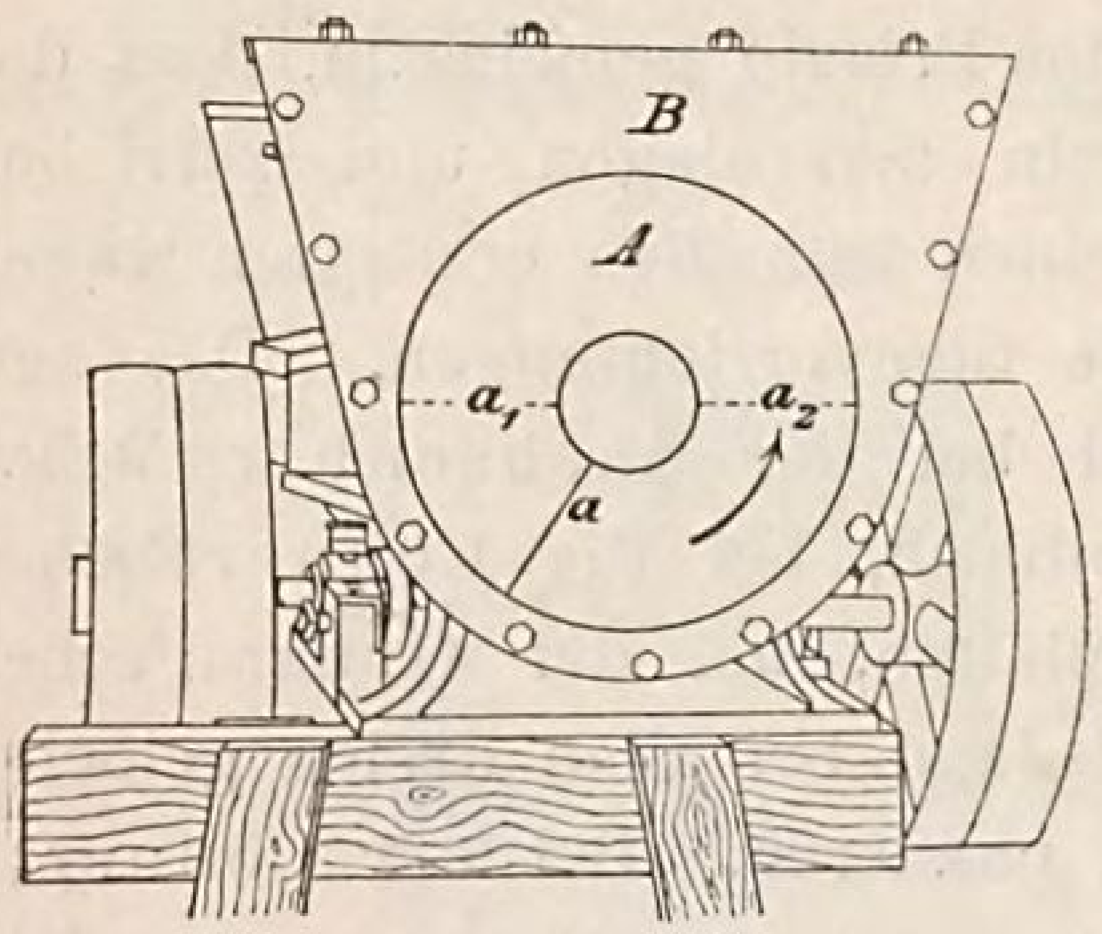
Allen drei Konstruktionen ist also das Prinzip gemeinsam, dass das Material in den Trommeln durch Kugeln zerschlagen und zerrieben wird. Löhnert unterstützt dies durch einen künstlich erzeugten Kugelfall. Abweichend von einander sind die Siebvorrichtungen. Das zerkleinerte Material verlässt die Trommel bei der Sachsenberg'schen Konstruktion durch das gelochte Mantelblech, bei der Löhnert'schen durch die Löcher der inneren Auflaufplatten, bei der Gruson'schen durch die Rostspalten des Mantels, um alsdann bei allen dreien gelochte Schutzbleche und dann die Feinsiebe zu passieren. Bei der Löhnert'schen und der Gruson'schen Kugelmühle wird das Mahlgut unten abgezogen, und dementsprechend sind die Mühlen auf hohen Fundamenten gelagert. Bei der Sachsenberg'schen geschieht das Entleeren in der Achse der Mühle, und ist daher kein hohes Fundament nötig. Wesentlich verschieden sind die Fülleinrichtungen der Mühlen. Während bei der Sachsenberg'schen und Löhnert'schen Mühle das Material aus dem Fülltrichter direkt in die Trommel gelangt, passiert es bei der Konstruktion des Gruson-Werks erst eine Art Transportschnecke. Diese letztere Vorrichtung ist von besonderer Bedeutung, wie überhaupt der Zuführung des Materials zu den Zerkleinerungsmaschinen ganz allgemein im Sinne der Staubverhütung nicht genug Aufmerksamkeit geschenkt werden kann.[1]) Bei unmittelbarer Beschickung des Fülltrichters durch den Arbeiter wird immer die Gefahr vorhanden sein, dass eine Staubwolke aus dem Innern der Maschine dringt und von dem Arbeiter eingeatmet wird. Eine Saugvorrichtung an dieser Stelle vermindert die Gefahr wohl, beseitigt sie aber nicht. Es wird daher zweckmässig sein, die Beschickung des Fülltrichters durch mechanische Aufgabevorrichtungen zu bewirken, die ausserdem noch den Vorteil einer gleichmässigeren Zuführung des Materials bieten. Eine solche Aufgabevorrichtung bringt z. B. das Gruson-Werk mit der vorstehend beschriebenen Kugelmühle in Verbindung.

Den wesentlichen Bestandteil derselben (vergl. Fig. 199, S. 414) bildet eine runde gusseiserne, auf das Ende einer horizontalen Welle aufgekeilte Scheibe A, welche drehbar in einem gusseisernen Gehäuse B sitzt, an dessen Innenwand sie sich nahezu anschmiegt. Die schraubenförmige Kopffläche dieser Scheibe bildet die eine Wand eines an das

[1]) Vergl. Oppler a. a. O. S. 152.

Gehäuse B angeschraubten Blechtroges, welcher bis auf zwei Öffnungen vollständig geschlossen ist. Die eine Öffnung befindet sich auf der oberen Seite des Troges direkt vor der Scheibe und schliesst sich an eine entsprechende in dem Boden des Sammeltrichters an, während die andere, einen Auslaufstutzen bildende Öffnung entweder unmittelbar oder durch Zwischenrohre mit dem Aufgabetrichter der zu beschickenden Zerkleinerungsmaschinen in Verbindung steht. Die Scheibenwelle, welche einerseits in dem Boden des Gehäuses B selbst, andererseits in einem an denselben angeschraubten Bügel gelagert ist, wird durch ein auf ihr sitzendes Schneckenrad in Umdrehung gesetzt, welches von einer Riemenscheibe durch eine Schnecke angetrieben wird. Die Wirkungsweise der Vorrichtung ist die folgende: zunächst stürzt eine bestimmte Menge des Materials aus dem Sammeltrichter durch die obere Öffnung in den Trog und legt sich an die Kopffläche der Scheibe an. Während sich die letztere nun in der Pfeilrichtung dreht und mit der Kante a aus der Stellung a_2 in die Stellung a_1 übergeht, bewirkt sie durch die Schraubenform ihrer Kopffläche eine Verengung des unter ihrer Drehachse, und eine Erweiterung des über derselben liegenden Raumteils des Troges. Infolgedessen wird das im ersteren befindliche Material gegen den Auslaufstutzen hin vorgeschoben, und gleichzeitig füllt sich der über der Achse frei werdende Raum, welcher von der hinter der Kante a liegenden Vertiefung in der Kopffläche der Scheibe gebildet wird, durch nachstürzendes Material aus dem Sammeltrichter. Bei der nächsten halben Umdrehung gelangt die Vertiefung in der Scheibe nach unten, und der obere Raumteil des Troges wird verengt, so dass aus demselben Material nach dem unteren Teil gedrängt wird. Bei jeder neuen Umdrehung wiederholt sich das Spiel, indem immer eine der Form der Kopffläche entsprechende, genau abgemessene Menge des geförderten Gutes aus dem Sammeltrichter in den Trog fällt und in diesem nach dem Auslaufstutzen befördert wird. Jede Verstaubung ist dabei ausgeschlossen.

Fig. 199.



Seitenansicht der Förderscheibe.
Aufgabevorrichtung des Gruson-Werks in Magdeburg-Buckau.

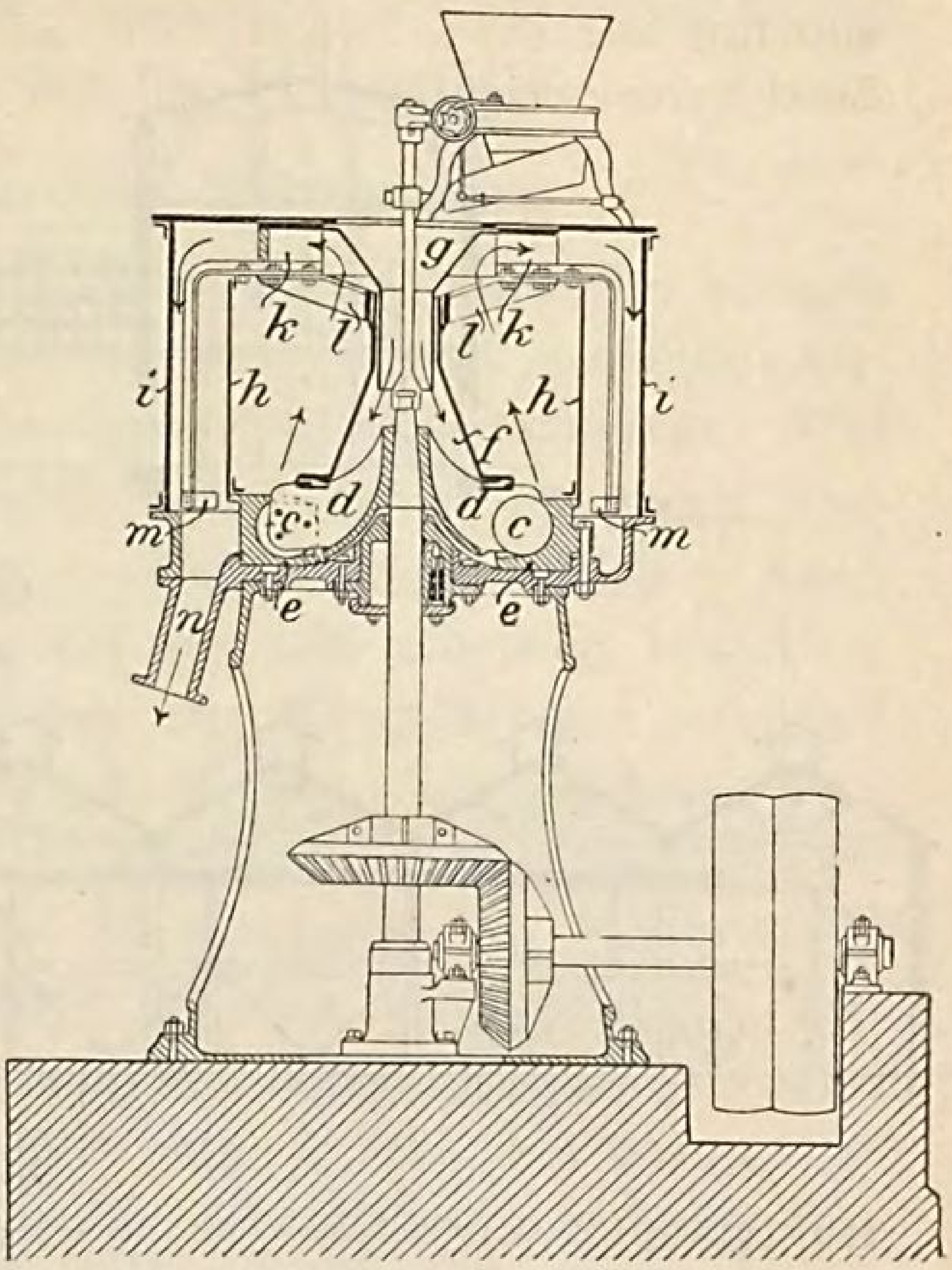
In weitgehendem Maasse dürfte der Forderung, bei dem Zerkleinerungsprozess den Austritt von Staub in die Umgebung zu verhindern, eine Kugelmühle gerecht werden, deren Konstruktion in neuester Zeit von J. Pfeiffer[1]) angegeben ist.

Sieben Stahlkugeln c (Fig. 200), getrieben durch ein Armkreuz d, rotieren in dem ausgekehlten Stahl-Mahlring e mit einer Geschwindigkeit von 150 Umdrehungen in der Minute. Die Einführung des zu vermahlenden Materials erfolgt durch den feststehenden Aufschütttrichter g und durch den mit dem Armkreuz verbundenen und mit diesem rotierenden Trichter f. Das Material gelangt zunächst unter die Kugeln c und wird durch diese zermalmt und zerrieben. Oben unter der Decke des den ganzen Apparat nach aussen vollständig abschliessenden Gehäuses i ist ein Ventilator k ange-

[1]) Über horizontale Kugelmühlen mit selbstthätiger Absaugung und Sichtung ohne Siebe. Bericht über die Versammlung des Pfalz-Saarbrücker Bezirksvereins deutscher Ingenieure in Ludwigshafen am 22. April 1894, S. 28ff.

bracht, welcher durch ein Armkreuz l mit dem Trichter f verbunden ist. Der durch diesen erzeugte Luftstrom saugt die von den Kugeln emporgewirbelten Mehlteilchen nach oben in den weiten Innenraum des Apparats, woselbst sich der Luftstrom, dem grösseren Querschnitt entsprechend, verlangsamt und wo mithin nur noch die feinstgemahlenen Teile von demselben getragen werden. Oben schleudert der Ventilator die mit Mehlteilchen angefüllte Luft hinüber in den durch den äusseren Mantel i und einen konzentrisch innerhalb desselben angeordneten Mantel h gebildeten Raum. Das hier sich ansammelnde Mehl wird durch Streicher m, welche mit dem Ventilator k verbunden sind, der Austragsöffnung n zugeführt und kann dort entweder direkt abgesackt oder durch Becherwerke oder Schnecken weiter befördert werden.

Fig. 200.



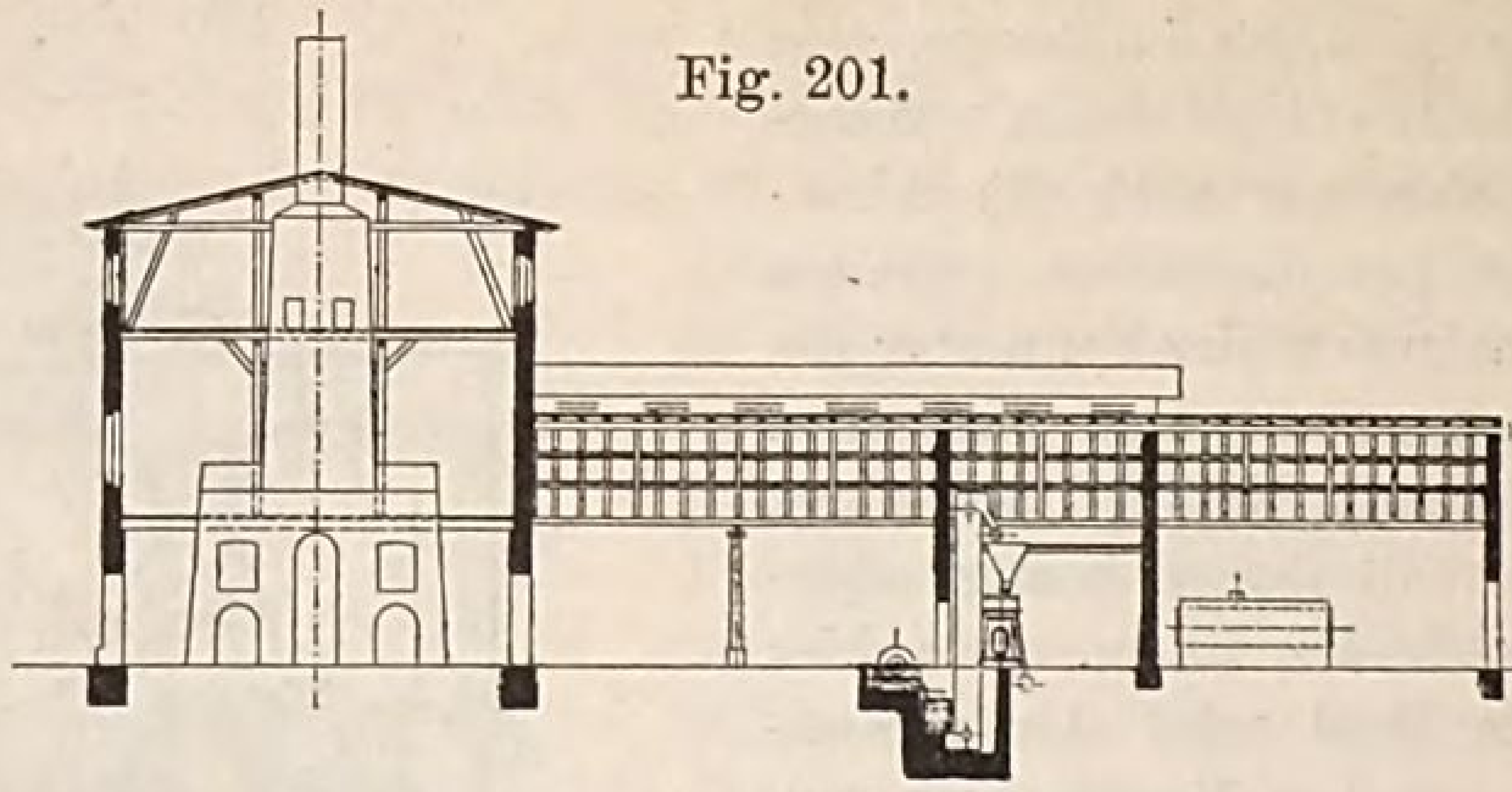
Kugelmühle nach J. Pfeiffer.

Aus dem in Fig. 201—203 (S. 416) abgebildeten Entwurf einer Zementfabrik ist ersichtlich, eine wie ausserordentliche Vereinfachung des Fabrikationsverfahrens durch die Verwendung der Kugelmühlen herbeigeführt wird und wie erheblich viel leichter es demzufolge ist, den Austritt von Staub bei dem Zerkleinerungsprozess auszuschliessen.

Das den Kugelmühlen zu Grunde liegende technische Prinzip, die Zerkleinerung des Materials unter möglichst vollständigem Abschluss von der umgebenden Luft des Arbeitsraumes zu bewirken, ist noch in mannichfachen anderen Formen und in den verschiedensten Industrieen vertreten. Hierher gehören die Pulverisiermühlen von Körner & Schulte in Leipzig, die „Excelsiormühlen“ des Gruson-Werkes in Magdeburg-Buckau, die Stahlmühlen von Carl Schütze in Charlottenburg, wie sie in der Müllerei, in der chemischen Industrie, bei der Zementfabrikation und zur Zerkleinerung der verschiedenartigsten anderen Materialien verwandt werden, endlich die dem Müllereibetriebe eigentümlichen Walzenstühle und viele andere. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, alle diese einzelnen Konstruktionen zu beschreiben. Worauf es hier allein ankommt, ist die Hervorhebung des Prinzipes, durch dessen Anwendung der Austritt von Staub in den Arbeitsraum vermieden wird, und dieses ist überall das gleiche. Vom Standpunkte der Gesundheitspflege wird zu fordern sein, dass überall, wo es sich um die Möglichkeit der Staubbildung handelt, das der Fabrikationsweise angepasste Verfahren der Bearbeitung unter

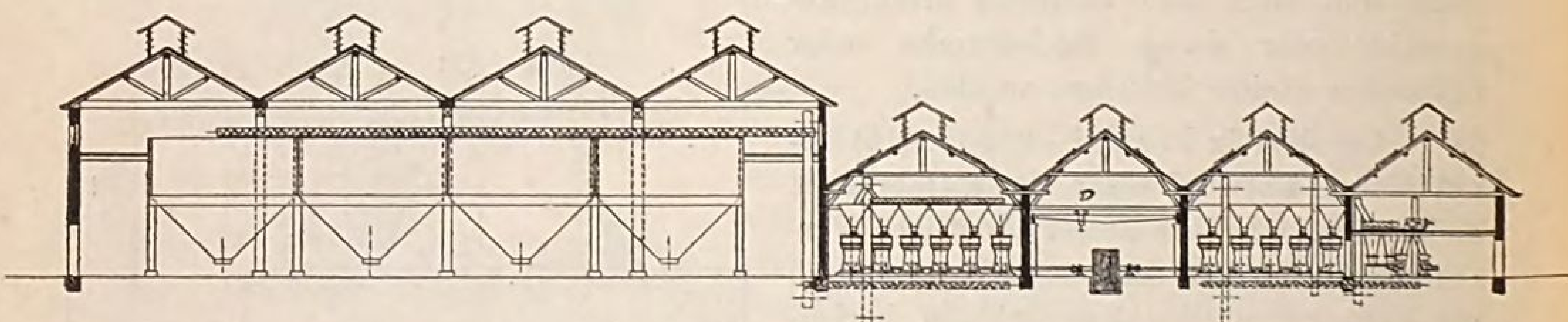
Abschluss von dem umgebenden Raum an die Stelle der älteren unvollkommeneren Methoden gesetzt wird. An bewährten Beispielen hierfür

Fig. 201.



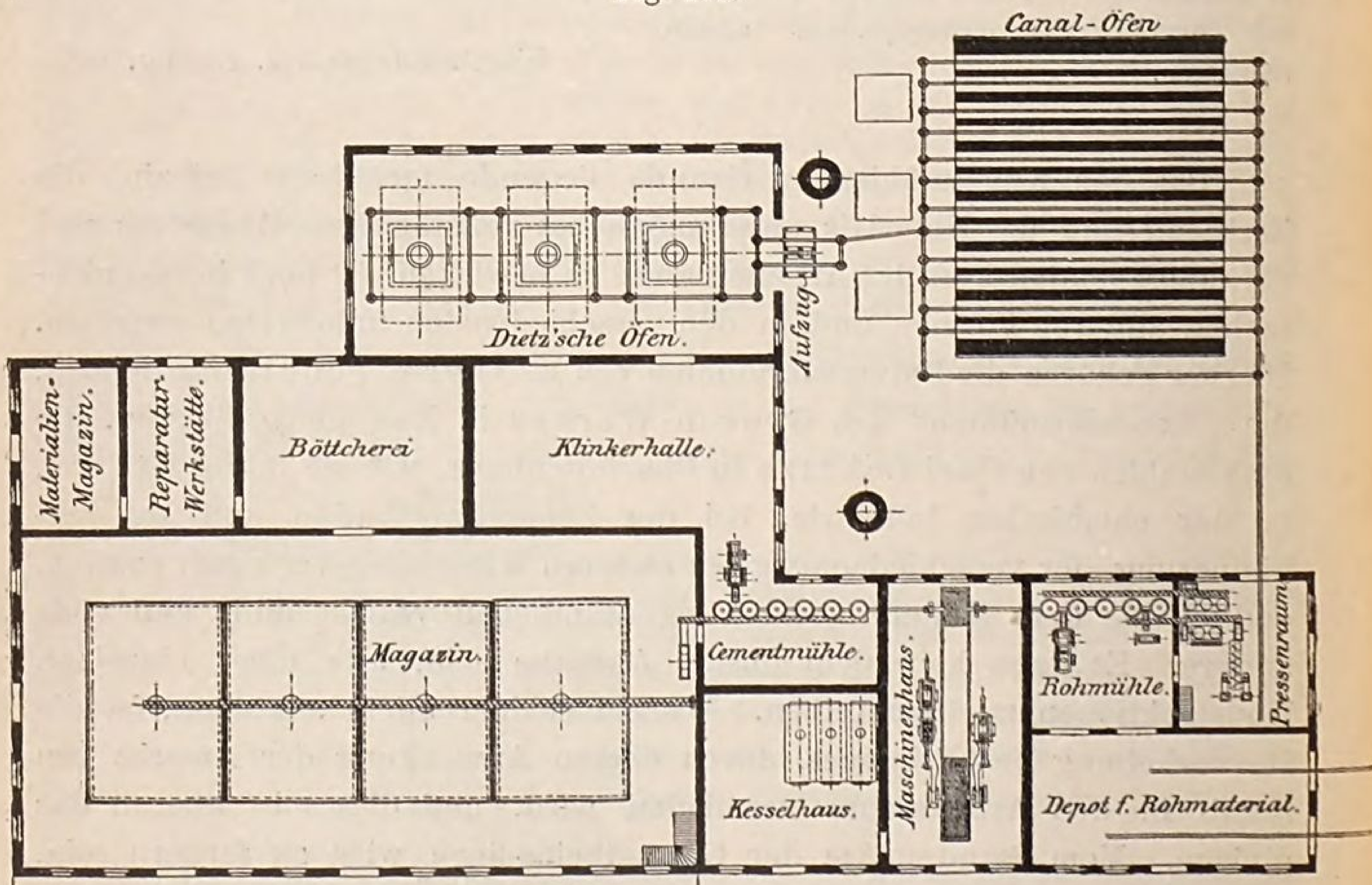
Querschnitt.

Fig. 202.



Längsschnitt.

Fig. 203.



Grundriss.

Entwurf einer Portlandzementfabrik System J. Pfeiffer.

fehlt es nicht. Wir verweisen in dieser Beziehung namentlich auf dei Abschnitte Industrie der Nahrungs- und Genussmittel (Müllerei) und chemische, Glas- und keramische Industrie (Kapitel XXIV und XXV) des Berichtes über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung, sowie auf die noch folgenden Einzelheiten im XI. Abschnitt.

e. Sieben und Mischen von Materialien.

An das Zerkleinern der Materialien schliesst sich in allen im vorigen Kapitel angeführten Betrieben die Trennung der auf den erforderlichen Feinheitsgrad zermahlenen Teile von den gröberen Rückständen an. Wie schon angedeutet, sind vom hygienischen Standpunkte diejenigen Vorrichtungen die vollkommensten, welche — wie die Kugelmühlen — diese Verrichtung in einem Arbeitsvorgange mit der Zerkleinerung bewirken. Jedenfalls kann bei dem heutigen Stande der Technik aber gefordert werden, dass dieser Trennungsprozess, das Sieben, auf mechanischem Wege und unter Abschluss von der Luft des Arbeitsraumes erfolgt. Es ist nicht unsere Aufgabe, hier die Einrichtungen zu beschreiben, welche diesem Zwecke dienen, es kommt für uns nur darauf an, den Grundsatz festzustellen, dass auch sie möglichst dicht zu ummanteln und mit Exhaustoren in Verbindung zu bringen sind, welche den Staub, der gerade bei diesem Vorgange naturgemäss in erheblichem Umfange entstehen muss, entfernen.

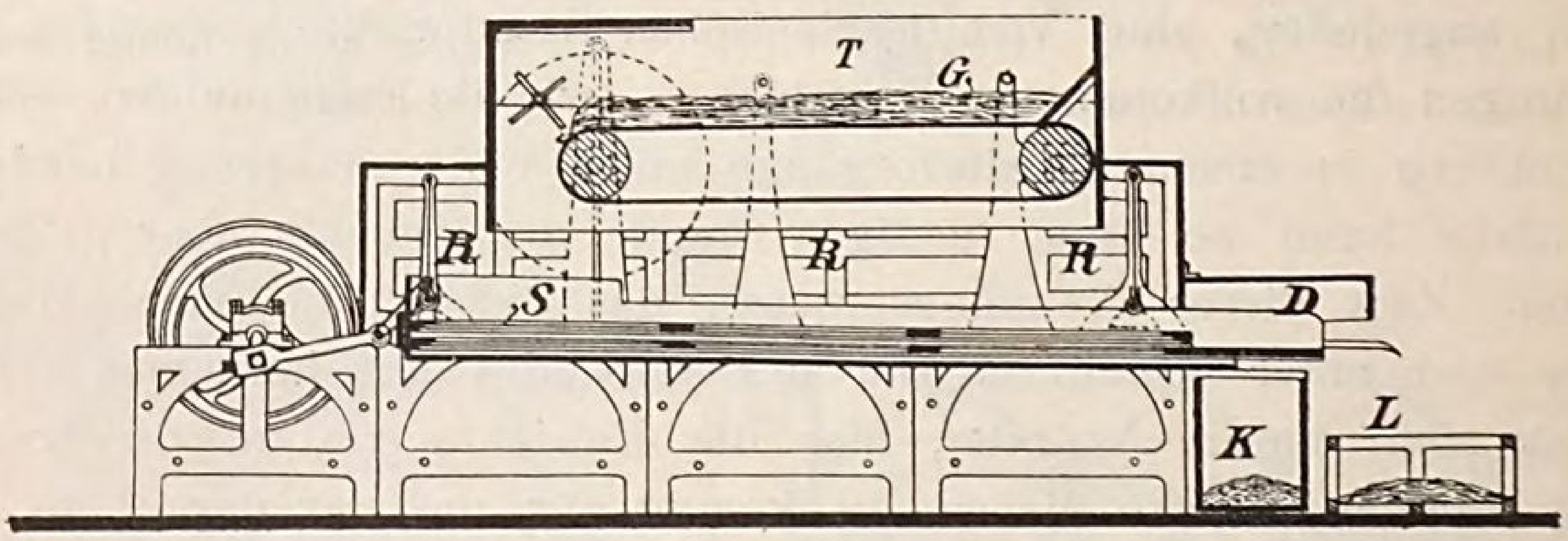
Während ein solches Verfahren in den genannten Grossbetrieben, die durchweg mit maschineller Kraft arbeiten, fast selbstverständlich ist, finden wir im Gegenteil, dass z. B. in den Zigarrenfabriken das Sieben des Tabaks, das erforderlich ist, um denselben von Unreinigkeiten zu befreien, in den meisten Fällen noch auf viel primitivere Weise geübt wird. Hier dürfte sich die in Fig. 204 (S. 418) im Schnitt gezeichnete Siebmaschine, die in der Fabrik Hainburg der k. k. Generaldirektion der Tabakregie in Wien im Betriebe ist, zur weiteren Einführung empfehlen.

Der Tabak wird hier in den Trog T auf den endlosen Gurt G aufgegeben, fällt von da auf die Rüttelvorrichtung S und gelangt in abgesiebtem Zustande in die Leinwandkiste L, während der durch das Sieb gehende Sand und Staub in die mit einem umlegbaren Aufsatz versehene Kiste K fällt. Zum Schutz gegen den beim Sieben emporsteigenden Staub ist die ganze Siebvorrichtung durch abnehmbare, mit Leinwand bespannte Rahmen K abgeschlossen und die Siebmündung durch einen Deckel D überdeckt.

Ein zweiter Arbeitsvorgang, der sich, u. a. im Müllereibetriebe, in der chemischen, in der keramischen Industrie an den Zerkleinerungsprozess anschliesst, ist das Mischen verschiedener pulverförmiger Materialien. Auch hierbei entsteht, bei den noch vielfach geübten primitiveren Arbeitsmethoden eine arge Belästigung der Arbeiter durch Staub,

die bei manchen der in Betracht kommenden Staubarten zu einer wirklichen Gesundheitsgefahr werden kann. Ohne auch hier in Details eingehen zu wollen, sei nur bemerkt, dass es eine Reihe sinnreich erdachter und praktisch bewährter Maschinen giebt, welche diese Verrichtungen auf mechanischem Wege besorgen und auf diese Weise die Staubgefahr vermeiden lassen.[1]) Ihrer Einführung kann namentlich für grössere Betriebe, in denen ein und derselbe Arbeiter anhaltend derselben gesundheitsgefährdenden Beschäftigung obliegt, nur dringend das Wort geredet werden.

Fig. 204.



Tabaksiebmaschine in der Fabrik Hainburg der k. k. Generaldirektion der Tabakregie in Wien.

f. Spezielle Arbeitsverrichtungen, bei denen Staubentwickelung in erheblichem Umfange stattfindet.

Es ist unmöglich und liegt nicht in unserem Plan, hier eine Aufzählung aller derjenigen Industrieen zu geben, in denen mit bestimmten Arbeitsverrichtungen Staubentwickelung verbunden ist, und die Mittel und Wege zu erörtern, wie derselben vorgebeugt werden kann. Bei der weitaus grössten Mehrzahl würden wir einfach auf das nunmehr bereits an einer hinreichenden Anzahl von Beispielen erörterte Prinzip: Abschluss der Entstehungsstelle — Absaugung nach aussen — zurückkommen. Wir können uns daher darauf beschränken, hier zum Schluss noch einige durch den Umfang der betreffenden Industrieen besonders wichtige oder durch die Art, wie das genannte Grundprinzip zur Durchführung gebracht ist, eigenartige Beispiele anzuführen.

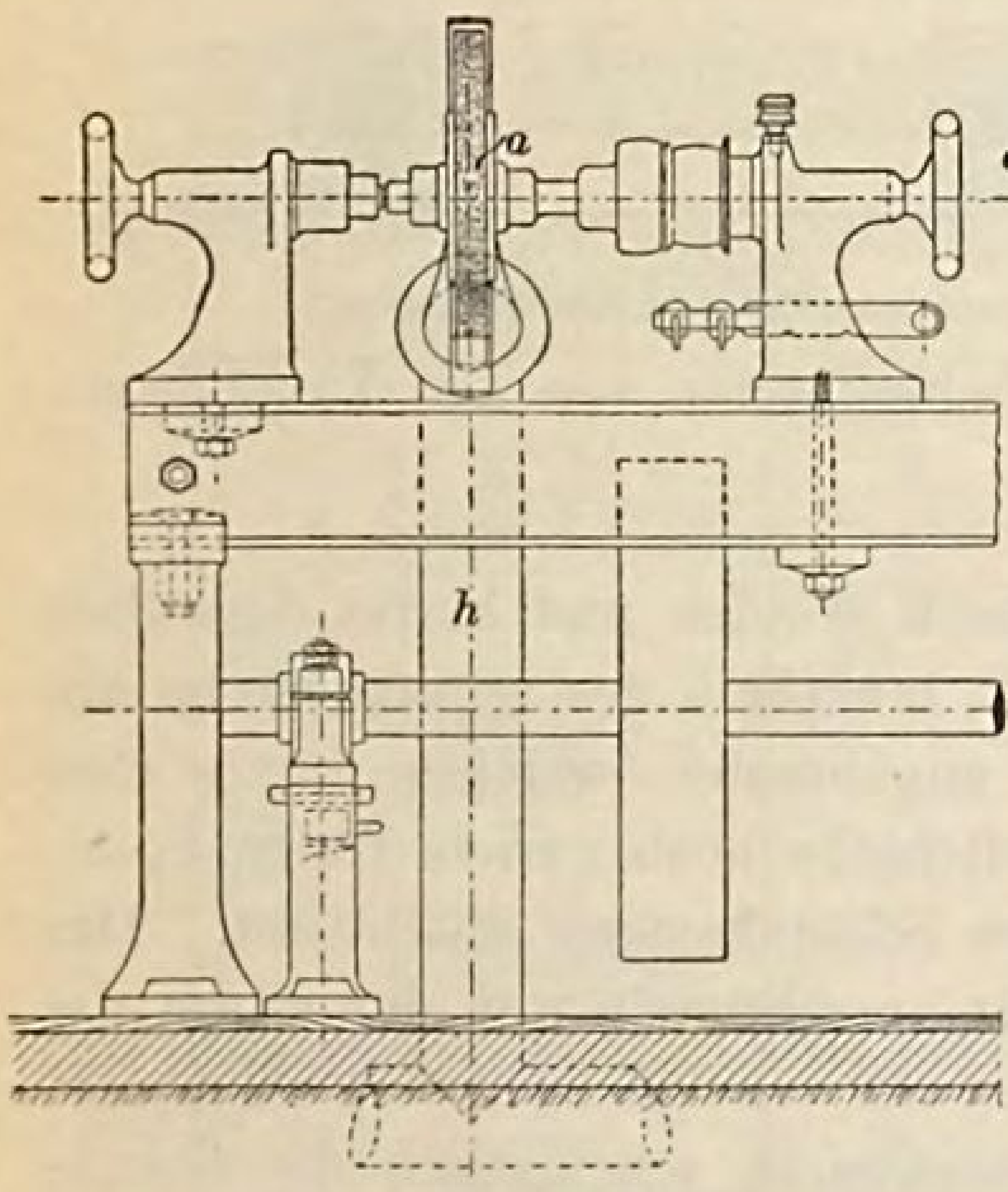
1. Schleiferei. Die im I. Abschnitt eingehend gewürdigte Gefährlichkeit des Schleifstaubes, insbesondere in Nadelschleifereien, hat schon verhältnismässig früh auf Mittel zur Abwehr denken lassen. Schon eine Verordnung der Bezirksregierung zu Aachen vom 2. Februar 1857 ent-

[1]) Vergl. u. a. Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung II. Bd., 1. Heft, S. 395 und II. Bd., 2. Heft, S. 167.

hält im § 2 die Bestimmung: „In jedem Schleiflokale muss eine Vorrichtung bestehen, welche in wirksamer Weise verhütet, dass der beim Schleifen entstehende feine Metall- und Steinstaub in den inneren Raum des Lokals sich verbreite,“ und in einer erläuternden Bekanntmachung wird als eine zweckmässige Anordnung für diesen Zweck die Verbindung einer die Schleifscheibe umgebenden Schutzkappe mit einem Ventilationssystem empfohlen. Die Schutzkappe, die nur ein kleines Segment des Scheibenumfanges freilässt, gewährt gleichzeitig einen gewissen Schutz gegen das Umherfliegen der Trümmer bei einem Zerspringen der Schleifscheibe, ein Unfall, der zu den nicht ganz seltenen gehört.

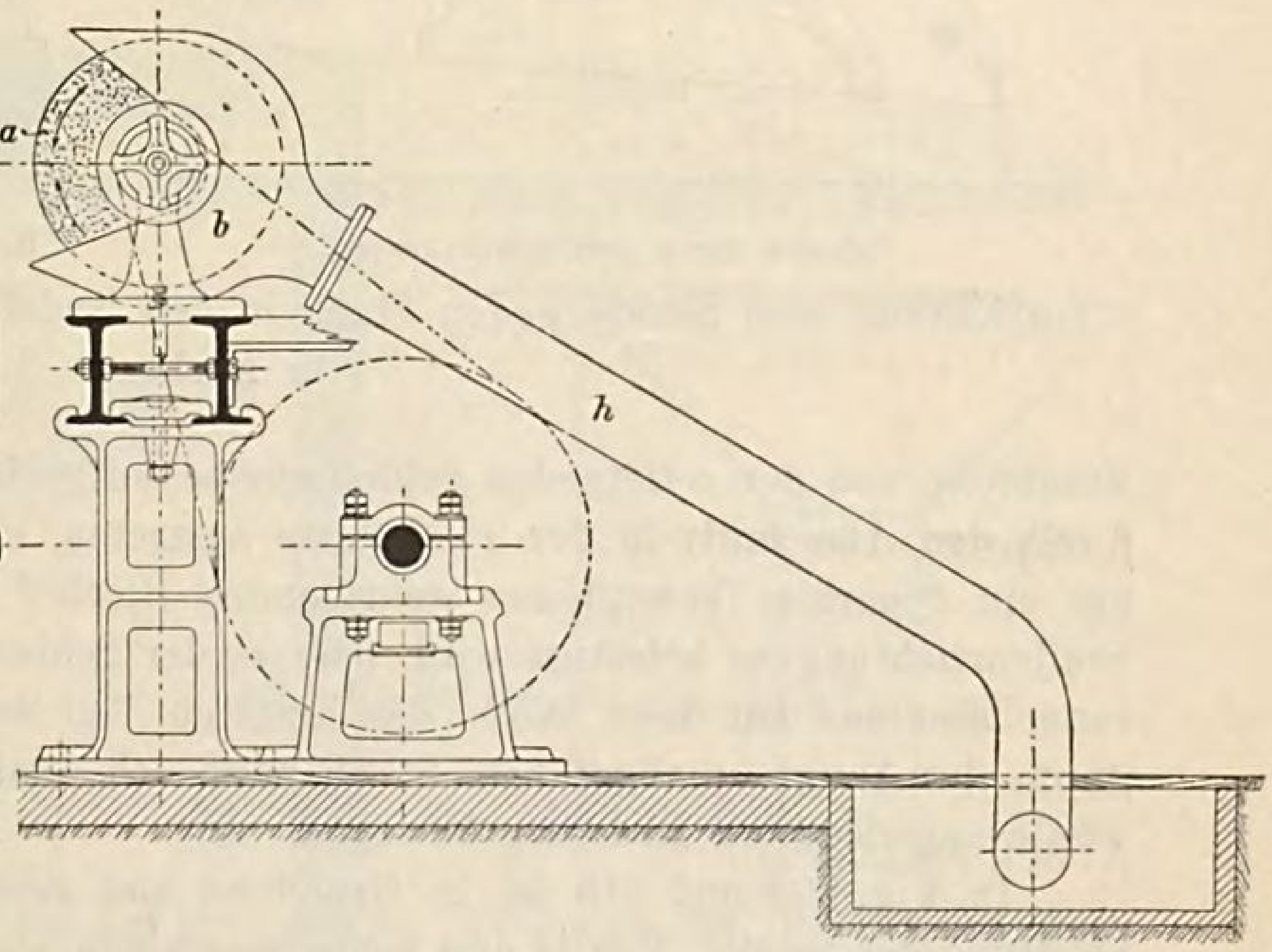
In Fig. 205 und 206 ist eine solche Vorrichtung, wie sie in der Königlichen Gewehrfabrik in Spandau ausgeführt ist, dargestellt. Die Zeichnung ist ohne weiteren

Fig. 205.



Vorderansicht.

Fig. 206.



Seitenansicht.

Staubabsaugung an einer Polierscheibe in der Königlichen Gewehrfabrik in Spandau.

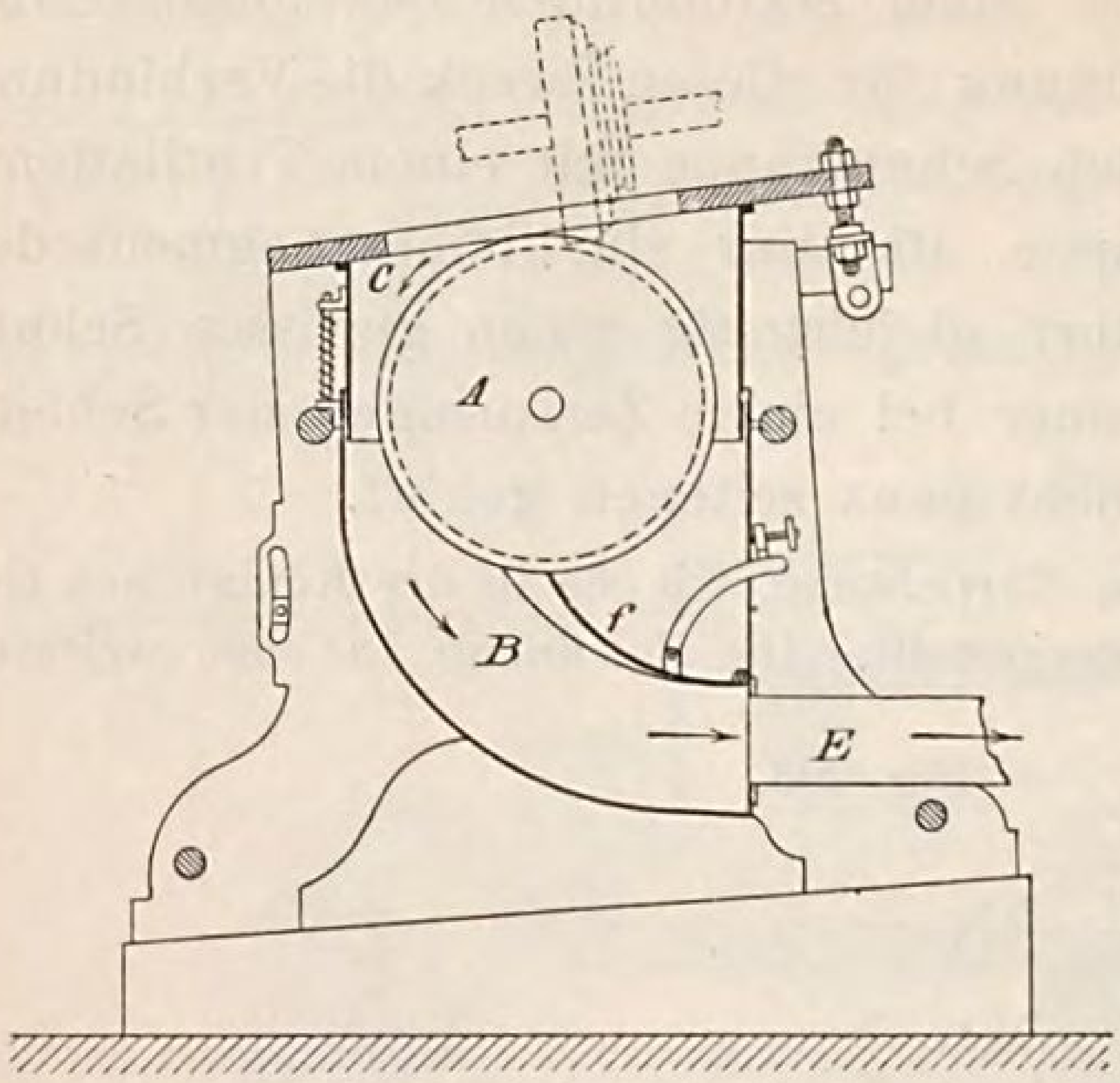
Kommentar verständlich: Die Schmirgelscheibe a wird zu nahezu $^3/_4$ von der Schutzkappe b umgeben, die durch das Rohr h mit einem Sammelrohr in Verbindung steht, von welchem die Staubluft durch einen Exhaustor abgesogen wird. Auf diese Weise wird der an der Schleifstelle entstehende Staub vollkommen von dem Arbeitsraum ferngehalten.

Ein noch vollkommenerer Schutz wird erreicht durch die Anordnung, wie sie in der Nadelschleiferei von Leo Lammertz in Aachen durchgeführt ist, die in dieser Beziehung als mustergültig hingestellt werden darf.

Wie aus Fig. 207 u. 208 (S. 420) ersichtlich ist, läuft die Schleifscheibe A in einem eisernen Schutzkasten B, welcher durch eine Tischplatte abgedeckt ist. Ein Ausschnitt in der letzteren bildet die Schleifstelle. Damit nun der bei C entstehende Staub sich

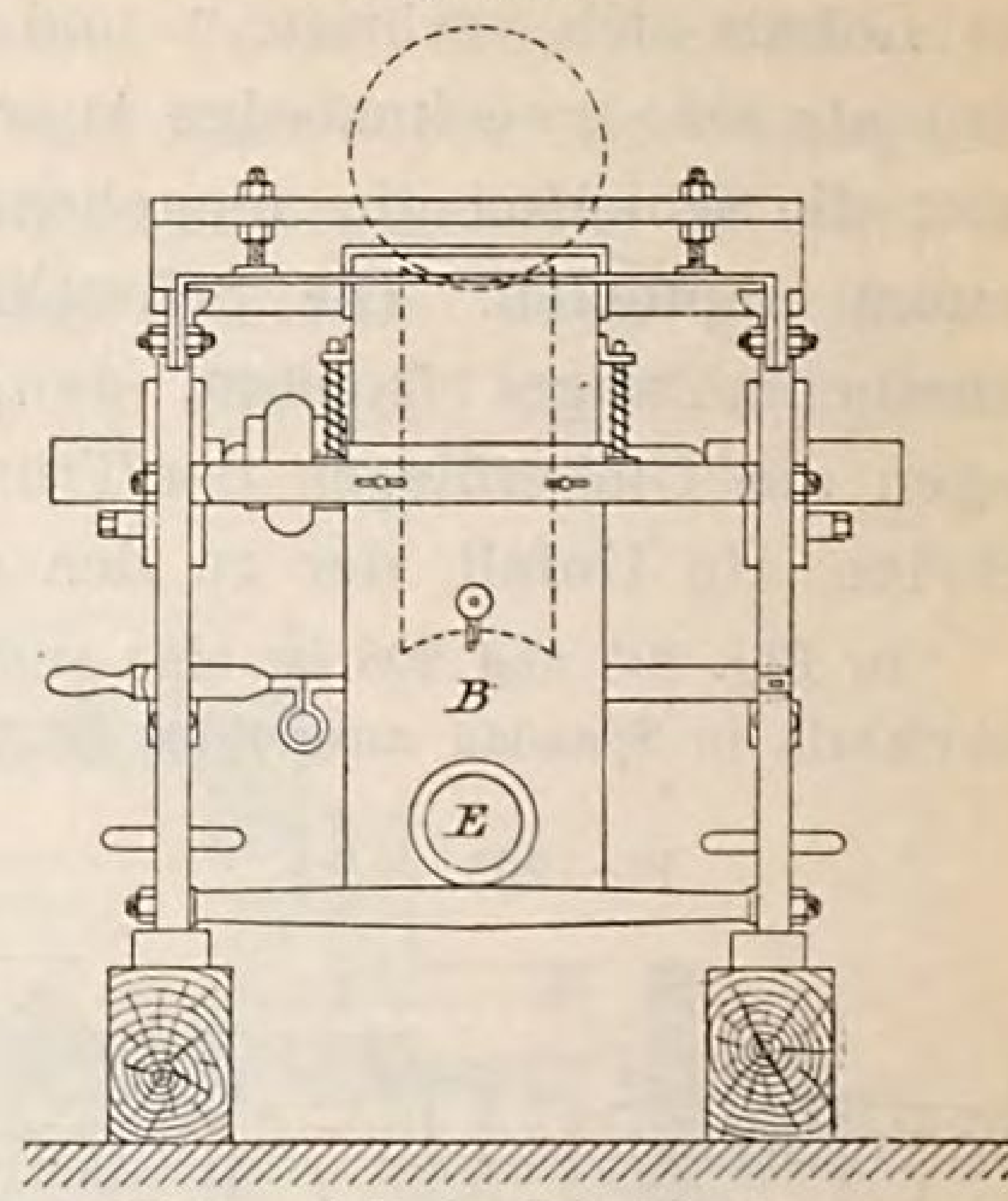
nicht im Arbeitsraum verbreiten kann, ist der Schutzkasten mit einem Staubrohr E verbunden, welches an ein Sauggebläse angeschlossen ist. Um zu verhindern, dass

Fig. 207.



Schnitt durch den Schutzkasten.

Fig. 208.



Hinteransicht des Schutzkastens.

Vorrichtung zum Schutz gegen Staub in den Nadelschleifereien von Leo Lammertz in Aachen.

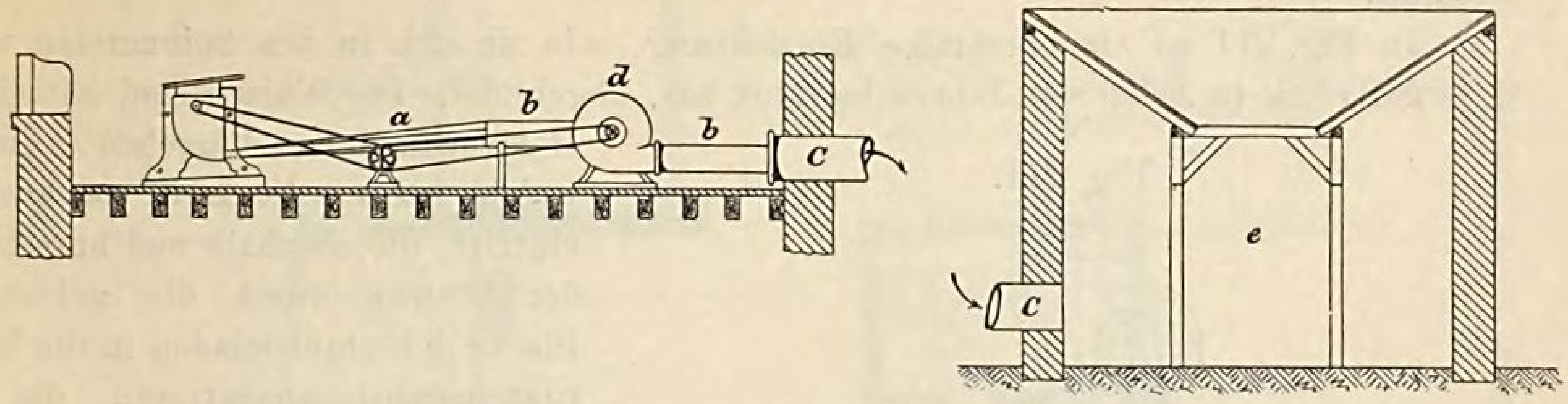
Staubteile von der rotierenden Schleifscheibe mitgerissen werden und hinter derselben durch den Ausschnitt in der Tischplatte austreten, ist innerhalb des Schutzkastens ein um ein Scharnier bewegliches gekrümmtes Blech f angebracht, welches durch eine Stellvorrichtung so befestigt wird, dass es der Schleifscheibe noch gerade freien Spielraum lässt und auf diese Weise den hinteren Teil des Schutzkastens abschliesst. Der durch das Saugrohr abgeführte Staub wird sich somit ausschliesslich in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung bewegen.

In Fig. 209 und 210 ist in Grundriss und Seitenansicht schematisch die Staubableitung dargestellt. Von je drei Schleifmaschinen wird durch 0,12 m weite Zinkrohre a, die in ein 0,20 m weites Sammelrohr b führen, die Staubluft durch einen Exhaustor d abgesogen. Die Sammelrohre vereinigen sich hinter dem Exhaustor in einem 0,52 m weiten Eisenrohr c und gelangen durch dieses zu einer im Freien gelegenen Sammelstelle e, in welcher sich der Staub zum Teil ablagert, zum Teil mit der Luft ins Freie gelangt. Die Anlagekosten für einen solchen Exhaustor belaufen sich auf etwa 200 Mark, für die Rohrleitungen auf ungefähr ebensoviel, so dass sich für Zinsen und Amortisation etwa 40 Mark für das Jahr herausstellen. Die erforderliche Betriebskraft für einen Exhaustor beläuft sich auf etwa $^1/_3$ HP.

Ähnliche Vorrichtungen zum Absaugen des Schleifstaubes finden sich in den besser eingerichteten Metallwarenfabriken, Glasschleifereien, in den Edelsteinschleifereien, den Schleifersälen der Kammfabriken, der Wollhutfabriken u. ähnl. Überhaupt sind dieselben überall da angebracht, wo die Handschleiferei an trockenen Schleifscheiben die dauernde Beschäftigung bestimmter Arbeiter bildet. In den Schriftgiessereien, in

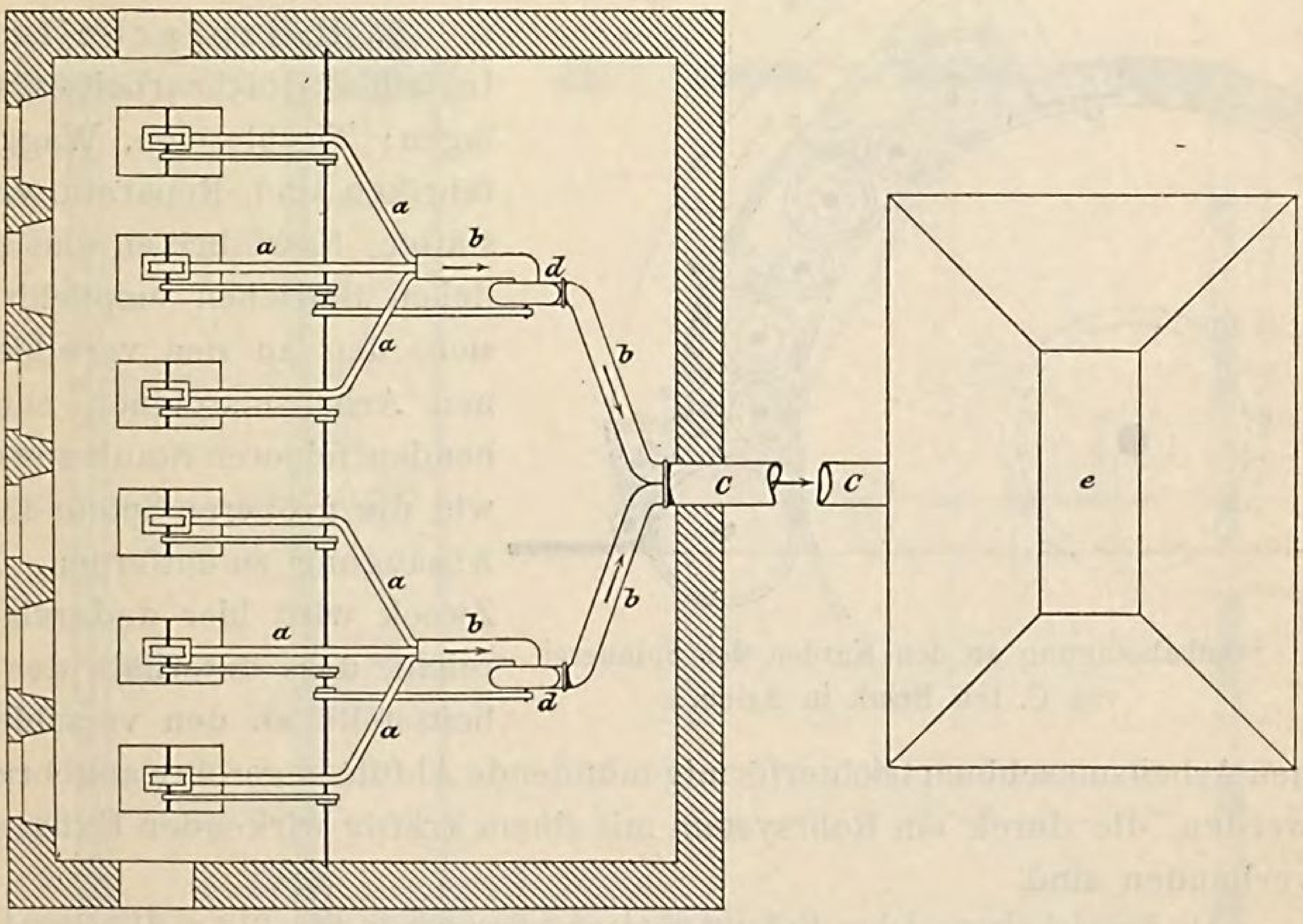
denen früher das Abschleifen von Graht und Gussnaht mit der Hand zur Entwickelung von Bleistaub führte, der die betreffende Beschäftigungsart zu einer hochgradig gesundheitsschädlichen machte, wird dieses Ver-

Fig. 209.



Seitenansicht der Staubleitung und Schnitt durch die Sammelstelle.

Fig. 210.



Grundriss.

Staubableitungsanlage in den Nadelschleifereien von Leo Lammertz in Aachen.

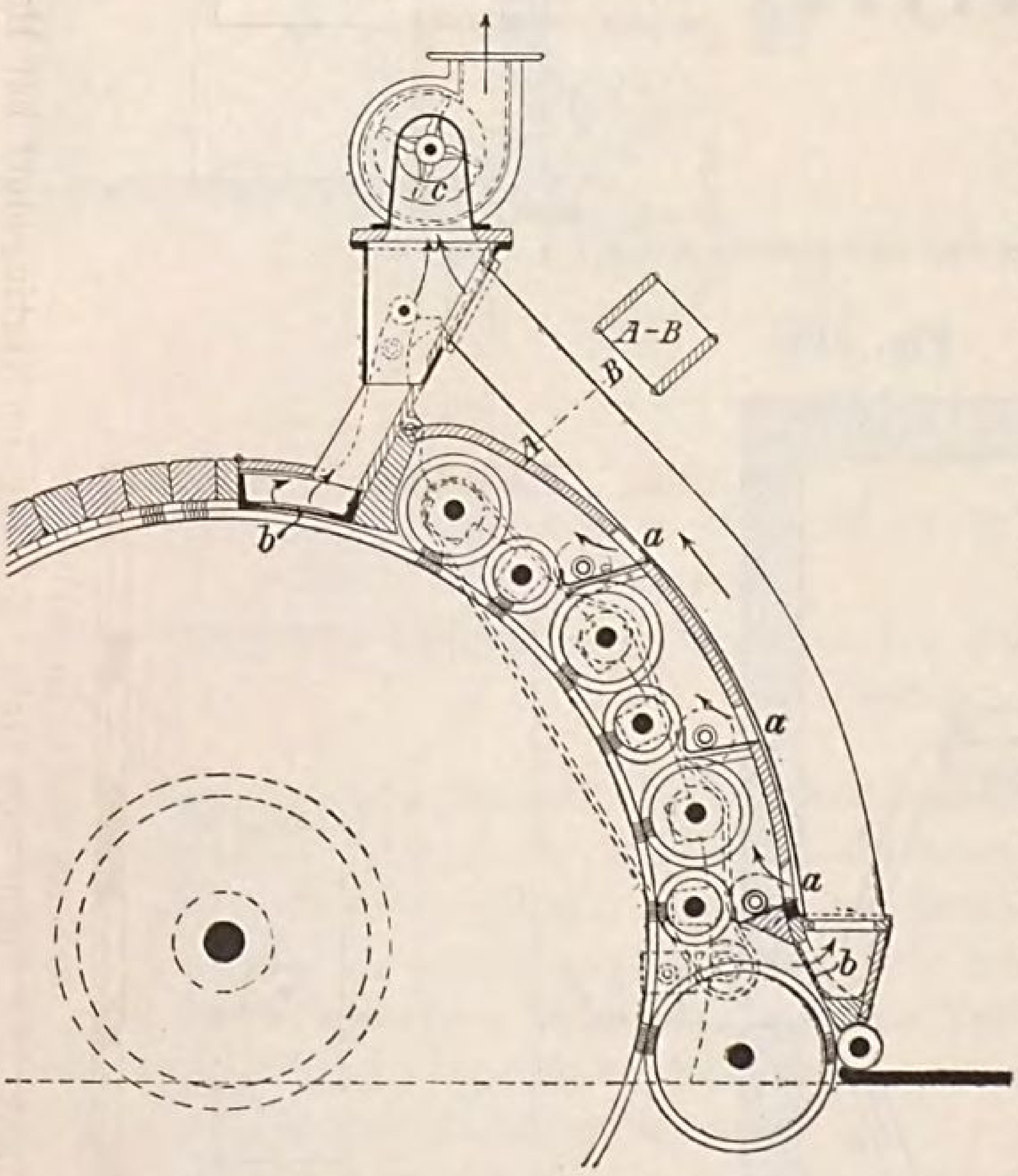
fahren mehr und mehr durch die Einführung der sogenannten Kompletmaschinen verdrängt, welche das Abbrechen des Angusses und das Schleifen ohne Zuthun von Menschenhand bewirken. Eine Staubentwickelung findet bei dieser Maschine nicht statt.

2. Spinnerei. In den Baumwoll-, Flachs- und Jutespinnereien bilden die Karden eine ergiebige Staubquelle, welche sich durch die

blosse Ventilation des Arbeitssaales nur unvollkommen beseitigen lässt. Es empfiehlt sich daher auch hier, die betreffenden Maschinen mit einer Umhüllung zu versehen und aus denselben durch Exhaustoren den Staub, der zumeist aus Fäserchen des betreffenden Materials besteht, abzusaugen.

In Fig. 211 ist eine derartige Einrichtung, wie sie sich in den Spinnereien von C. ten Brink in Arlen seit Jahren bewährt hat, abgebildet. Die Walzen sind mit einer Holzverkleidung umgeben, durch welche bei a a die Luft von aussen eintritt, um oberhalb und unterhalb der Walzen durch die gelochten Bleche b b staubbeladen in die Ventilationsrohre auszutreten, die in den Exaustor c münden, welcher die Staubluft nach aussen führt.

Fig. 211.

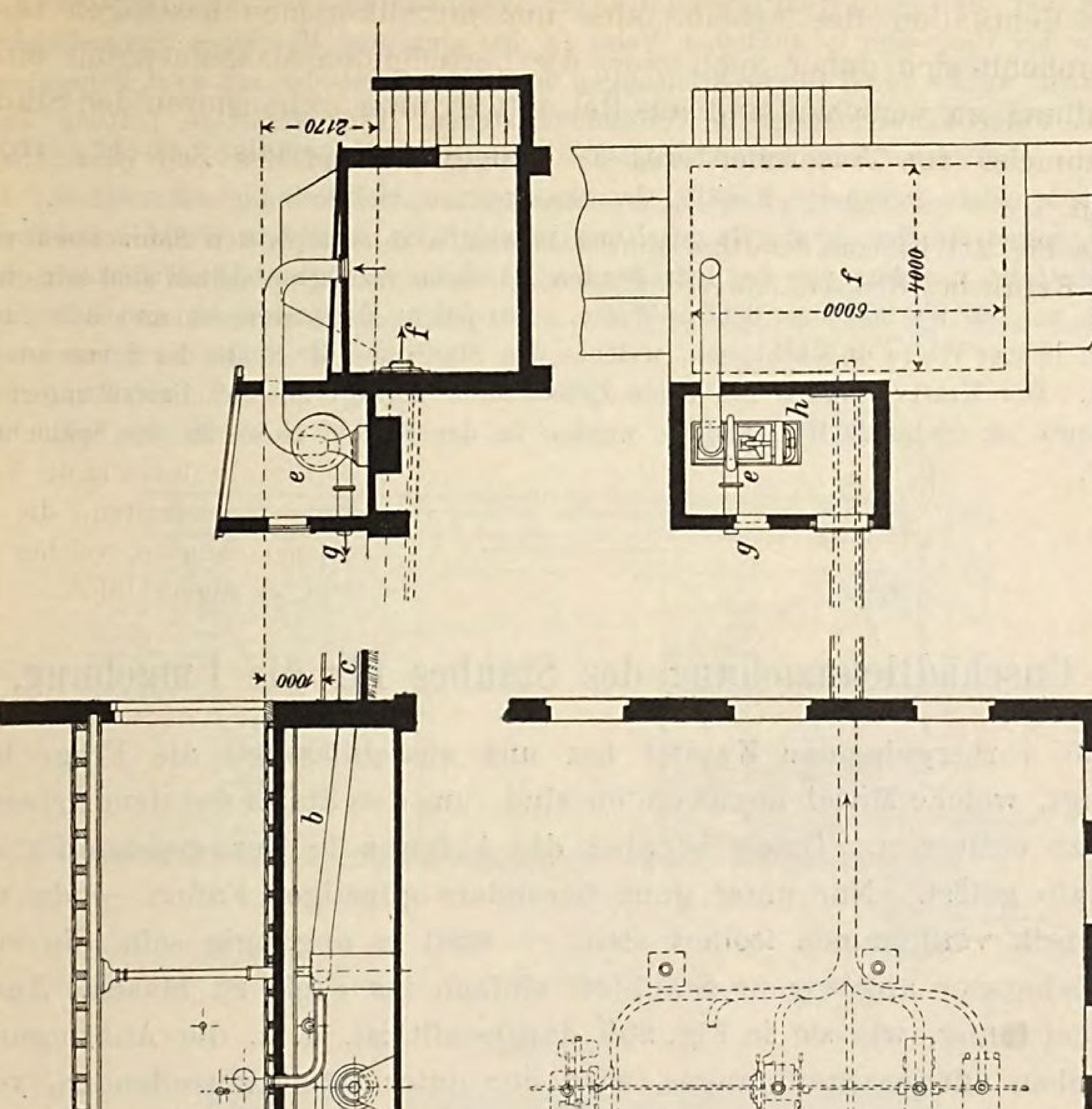


Staubabsaugung an den Karden der Spinnerei von C. ten Brink in Arlen.

3. Holzbearbeitung. In allen Holzbearbeitungsanlagen: Tischlereien, Waggonfabriken und -Reparaturwerkstätten, Fassfabriken und ähnlichen Betrieben empfiehlt es sich, den an den verschiedenen Arbeitsmaschinen entstehenden feineren Staub sowohl, wie die gröberen Späne durch Absaugung zu entfernen. Der Zweck wird hier dadurch erreicht, dass unterhalb der Arbeitsstelle an den verschiedenen Arbeitsmaschinen trichterförmig mündende Abführungsrohre angebracht werden, die durch ein Rohrsystem mit einem kräftig wirkenden Exhaustor verbunden sind.

Als Beispiel einer solchen Exhaustoranlage geben wir in Fig. 212 u. 213 Grundrissanordnung und Längsschnitt einer von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover ausgeführten Absaugevorrichtung für Holz und Späne wieder. Unter jeder Arbeitsmaschine münden Saugrohre a, die unter dem Fussboden fortgeführt werden und sich in einem Sammelrohr b vereinigen, welches in einem unter Terrain liegenden Kanal c zum Kesselhause geführt wird und bei f in die Spänekammer eintritt. Durch die Saugwirkung des Radgebläses e, welches hier durch einen kleinen Elektromotor h seinen Antrieb erhält, werden Staub und Späne angezogen. Infolge des sich bei f vergrössernden Querschnitts und der dadurch bewirkten erheblichen Verminderung der Luftgeschwindigkeit sinken die schwereren Teile zu Boden, und die gereinigte Luft gelangt durch das vertikal von der Decke der Staubkammer aufsteigende Rohr bei g nach aussen.

Fig. 212 und 213.



Grundriss und Längsschnitt.

Absaugevorrichtung für Staub und Späne von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover.

In der Holzbearbeitungswerkstätte der Waggonfabrik von F. Ringhoffer in Smichow bei Prag sind in ähnlicher Weise an den einzelnen Maschinen Sammeltrichter angebracht, welche durch Blechrohrleitungen unter dem Fussboden mit zwei Exhaustoren von 1 m Flügelraddurchmesser in Verbindung stehen. Eine derartige Leitung kann auch aus glasierten Thonrohren bestehen; weniger zu empfehlen sind quadratische Holzkanäle oder gemauerte Kanäle, da dieselben zu viel Reibung verursachen. Die Abzweigungen münden in die Hauptleitung in möglichst stumpfem Winkel. Der Rohrquerschnitt ist von dem von der betreffenden Maschine erzeugten Abfall abhängig und variiert von 80 bis 300 mm lichter Weite. An jeden Exhaustor ist ein Rohr von 500 mm lichter Weite angeschlossen, welches den Staub und die Späne der Sammelstelle zuführt. Der Kraftverbrauch für beide Exhaustoren beträgt bei 950 Umdrehungen in der Minute ca. 20 bis 24 HP, und es werden in der Stunde 15 bis 20 cbm Späne abgeführt.

C. Unschädlichmachung des Staubes für die Umgebung.

Im vorhergehenden Kapitel hat uns ausschliesslich die Frage beschäftigt, welche Mittel anzuwenden sind, um den Staub aus dem Arbeitsraum zu entfernen. Damit ist aber die Aufgabe in den meisten Fällen erst halb gelöst. Nur unter ganz besonders günstigen Fällen — da wo die Fabrik vollkommen isoliert steht — wird es angängig sein, die von dem Exhaustor abgesogene Staubluft einfach ins Freie zu blasen. Auch die Anordnung, wie sie in Fig. 209 dargestellt ist, d. h. die Anbringung eines oben offenen Staubfanges, wird nur unter selten zutreffenden, von dem Orte abhängigen Bedingungen zulässig sein, weil dabei zwar eine gewisse Menge des schwereren Staubes abgesetzt werden wird, immerhin aber noch viele leichtere Staubteile mit der nach oben austretenden Luft fortgerissen werden und ins Freie gelangen. Damit daher für die Umgebung keine Belästigungen und Benachteiligungen entstehen, wird man Sorge tragen müssen, den Staub auf irgend welche Art an dem Austritt in die umgebende Luft zu verhindern.

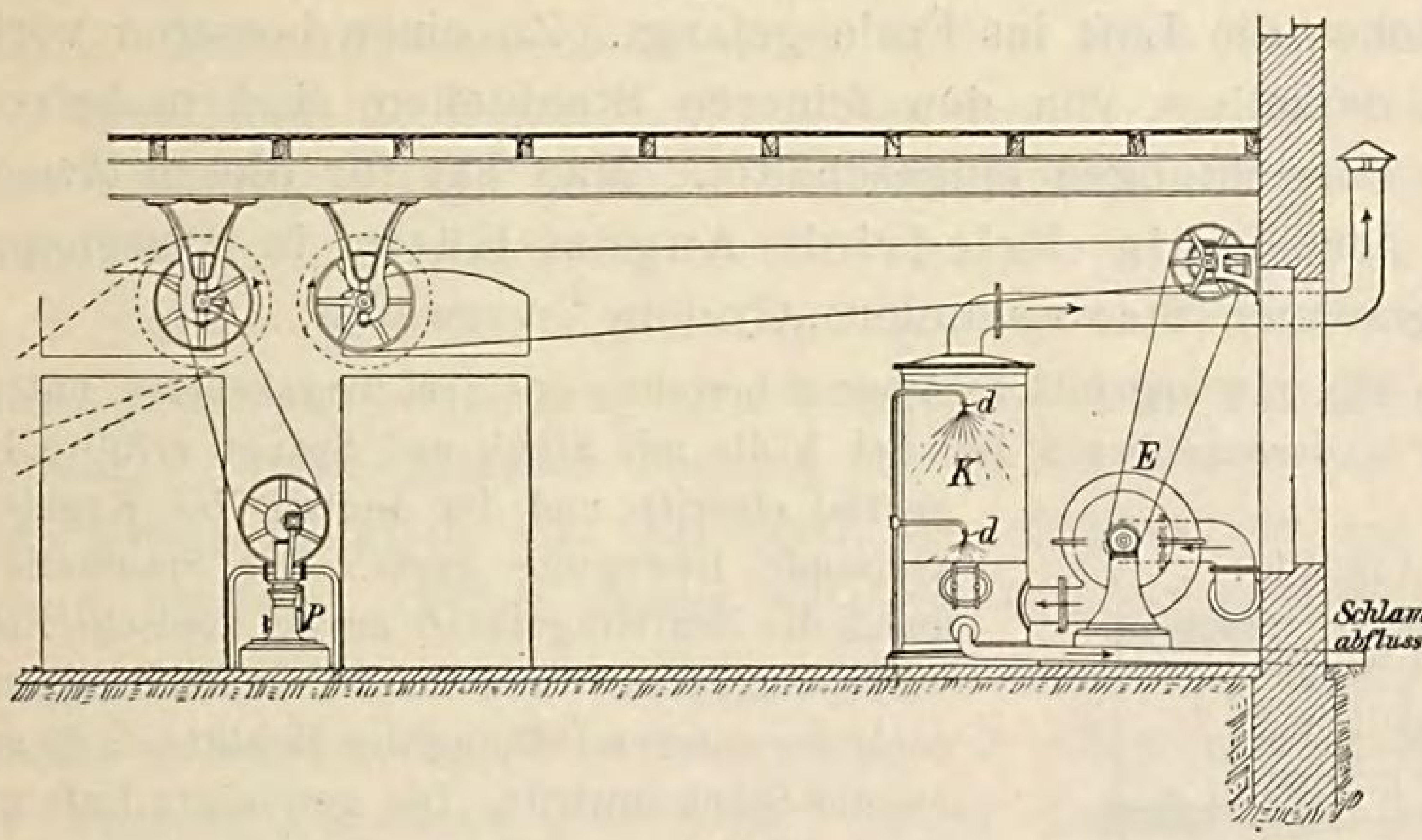
Man hat, um dies zu erreichen, den Versuch gemacht, die aus den Arbeitsräumen abgesogene Staubluft direkt oder indirekt in Wasserläufe einzuführen. So findet sich bei Kraft[1]) eine Anlage beschrieben, bei welcher die von den Putzmaschinen — es handelt sich um eine Seidenspinnerei — abgesogene Luft durch Kanäle unter dem Fussboden des Arbeitsraumes zunächst in eine Staubkammer, in welcher der gröbere Staub liegen bleibt, und von da in den Wasserabflussgraben der Turbine gelangt, welche die Kraft für den Betrieb liefert.

[1]) Fabrikshygiene S. 203/4. Wien 1891.

Ein ähnliches, allerdings schon etwas komplizierteres Verfahren ist bei der Seite 419 beschriebenen von Gebr. Körting in Hannover ausgeführten Absaugungsanlage in der Polierwerkstatt der Königlichen Gewehrfabrik in Spandau zur Anwendung gelangt.

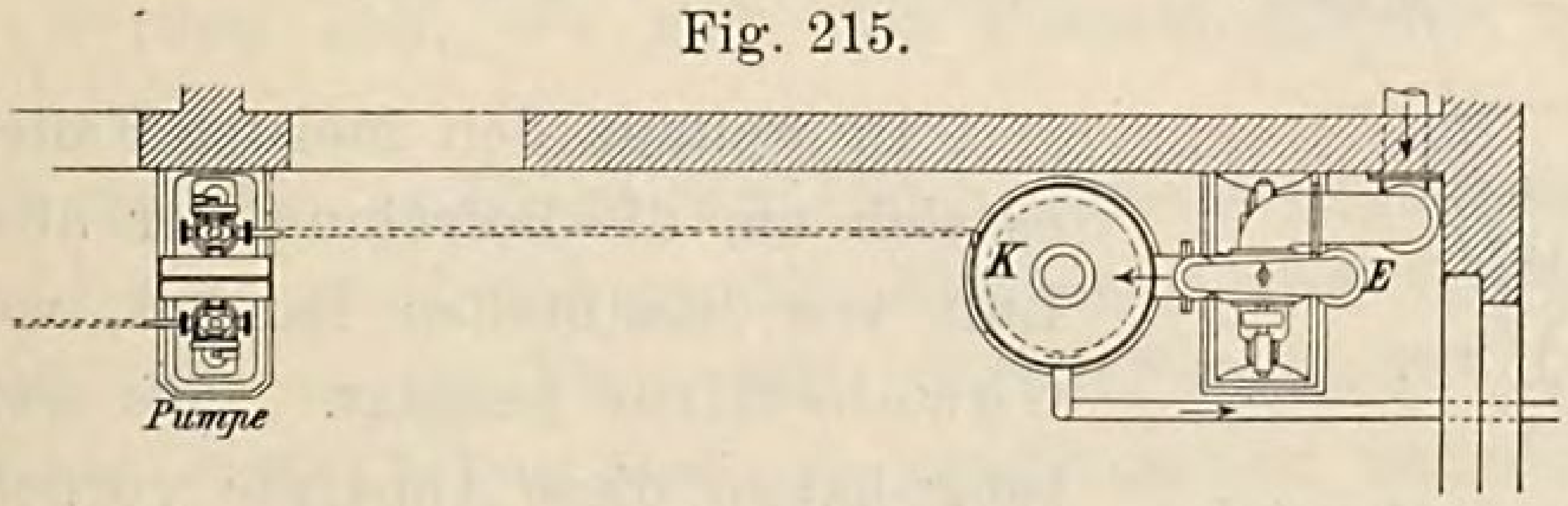
Die von den Polierscheiben abgesogene Staubluft wird hier, wie aus Fig. 214 und 215 ersichtlich ist, durch den Exhaustor E einem Kondensator K zugeführt. In denselben münden oben und in halber Höhe zwei von der Pumpe P gespeiste Wasserrohre, an deren Ausfluss je eine Streudüse d angebracht ist, die ihre fein zerteilten

Fig. 214.



Ansicht.

Fig. 215.



Grundriss.

Staubsammler mit Körting's Zentrifugal-Streudüse.

Wasserstrahlen der von dem Exhaustor eingedrückten Luft entgegenwerfen und dieselbe von Staubbestandteilen reinigen. Die gereinigte Luft verlässt den Kondensator durch ein ins Freie geleitetes Rohr. Die Staubbestandteile werden als feiner Schlamm niedergeschlagen und unten durch ein Abflussrohr fortgeleitet.

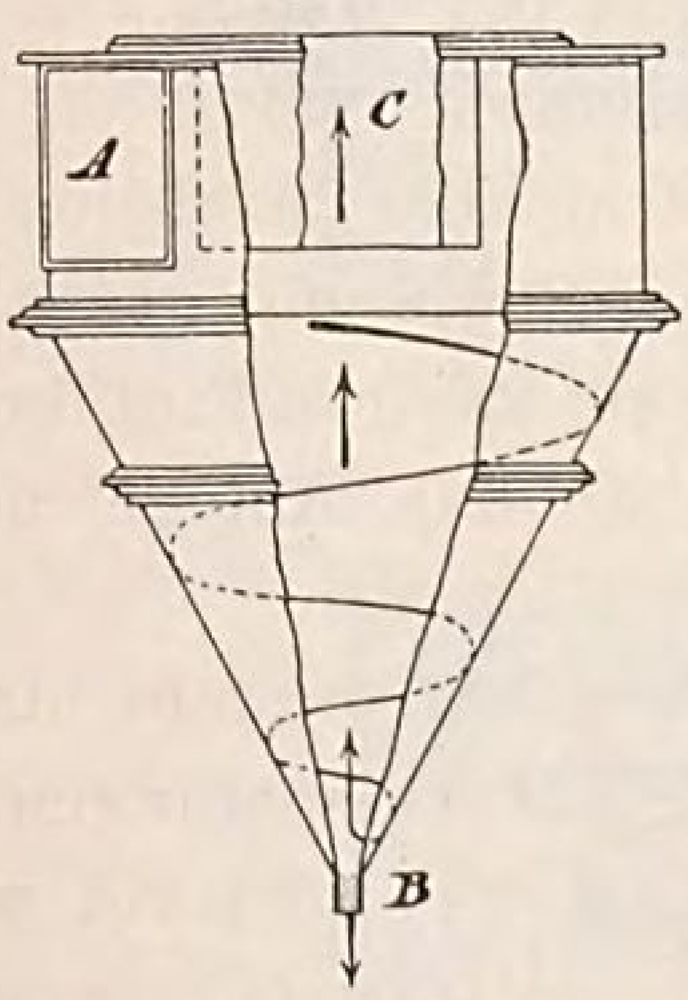
Bei Holzbearbeitungsanlagen, bei denen der grössere Teil der zu entfernenden Abfälle aus gröberen Spänen besteht, pflegt man die Saugleitung in einer Staubkammer in unmittelbarer Nähe des Feuerungsraums der Kesselanlage münden zu lassen, um sie hier zu verfeuern. Als Moment von wesentlichster Bedeutung, welches die allgemeinere Einführung derartiger Einrichtungen in die Holzbearbeitungsbetriebe sehr erleichtern wird, ist noch die erhöhte Feuersicherheit zu erwähnen, welche eine der-

artige rasche Beseitigung aller leichtentzündlichen Holzabfälle aus den Arbeitsräumen für die in Betracht kommenden Betriebe mit sich bringt. Die Berliner Baupolizei z. B. zieht diesen Faktor bei der Konzessionierung solcher Betriebe wesentlich in Betracht, und auch die Versicherungsgesellschaften sind geneigt, denselben bei der Bemessung des Risikos ins Gewicht fallen zu lassen, so dass dadurch unter Umständen die Rentabilität einer solchen Anlage gesichert ist.

Es wird bei diesen Anlagen zumeist genügen, von der Staubkammer ein durch Drahtsiebe abgeschlossenes Rohr über das Dach zu führen, durch welches die Luft ins Freie gelangt. Zu einer besseren vorherigen Befreiung derselben von den feineren Staubteilen sind mehrfach auch besondere Vorrichtungen eingeschaltet. Man hat für diesen Zweck u. a. den von der König Friedrich August-Hütte in Potschappel bei Dresden gebauten Staubsammler „Cyclone“ verwandt.

Der in Fig. 216 abgebildete Apparat besteht aus einem umgekehrten, unten offenen Hohlkegel, in dessen oberen Teil bei A die mit Staub und Spänen erfüllte Luft tangential eintritt und im Innern des Kegels in eine kreisende Bewegung gerät. Die Staubteile werden durch die Zentrifugalkraft an die konische Eisenblechwand angepresst und in schraubenförmigen Linien nach der unteren Öffnung des Hohlkegels B getrieben, wo der Staub austritt. Die gereinigte Luft entweicht durch die obere Öffnung C und wird mittels eines Schlotes ins Freie geführt.

Fig. 216.



Staubsammler „Cyclone“ der König Friedrich August-Hütte in Potschappel.

In weitaus den meisten Fällen, in denen es sich um die Befreiung der abzuführenden Luft von Staubteilen handelt, werden heute Gewebefilter benutzt. Ihre weite Verbreitung haben diese Apparate vornehmlich dem Umstande zu verdanken, dass sie neben ihrer hygienischen Bedeutung einen sehr wichtigen wirtschaftlichen Zweck erfüllen. Der im Arbeitsraum verbreitete Staub bildet häufig ein sehr wertvolles Produkt, dessen Wiedergewinnung die Anschaffungs- und Betriebskosten eines solchen Apparates reichlich lohnt. Wir haben an anderer Stelle[1]) das Beispiel der Bleiberger Bergwerksgesellschaft Union angeführt, in deren Mennige- und Rohglätte-Fabriken durch geeignete Vorrichtungen bei einer Jahresproduktion von 670 100 kg der beiden Bleioxyde während eines Jahres aus den Staubkammern 2000 kg wiedergewonnen

[1]) Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I, S. 804. Berlin 1890.

wurden, die früher in den Fabrikräumen verflogen. In Portlandzementfabriken wird die Verstaubung auf durchschnittlich 4 % der erzeugten Menge geschätzt. Es handelt sich also keineswegs um unbeträchtliche Mengen, und die Einrichtung einer Staubabsaugungsanlage kann unter Umständen nicht nur die für die Sanierung der Arbeitsräume aufgewandten Kosten ersetzen, sondern sogar dadurch, dass sonst verloren gehende wertvolle Produkte erhalten bleiben, einen erheblichen Überschuss liefern. Bei vielen Industriezweigen, so namentlich in der gesamten Mühlenindustrie, begegnen wir daher in der neuesten Zeit den eifrigsten Bestrebungen, solche Apparate einzuführen, und es wird heute kaum mehr eine grössere Mühle für Getreide, Reis, Zement, Thomasschlacke u. s. w. ohne eine derartige Anlage gebaut. Indessen haben von diesen, zumeist aus Nützlichkeitsgründen angeregten Bestrebungen auch andere Industriezweige, in welchen der durch den Arbeitsprozess erzeugte Staub nur die Rolle eines wertlosen Abfalles spielt, den Antrieb erfahren, die von einer immer mehr vervollkommneten Technik für diesen Zweck zur Verfügung gestellten Mittel lediglich von sanitären Gesichtspunkten aus für sich nutzbar zu machen. Einer immer weiteren Einführung dieser Einrichtungen auch in dem letzteren Fall ist natürlich vom Standpunkte des Hygienikers dringend das Wort zu reden, vor allem aber erscheint uns die vor kurzem gegebene Anregung[1]) wohl der Erwägung wert, ob seitens der staatlichen Aufsichtsbeamten nicht überall da ihre Einführung gefordert werden soll, wo sich die Rentabilität der Anlage nachweisen lässt.

Das Prinzip der in Frage stehenden Einrichtungen besteht darin, dass die von den stauberzeugenden Maschinen und Vorrichtungen abgeführte Luft, ehe sie ins Freie tritt, durch Filterstoffe[2]) geleitet wird, die den Staub zurückhalten und in geschlossenen Behältern sammeln, von denen er in Säcken oder Fässern abgenommen werden kann. Da die Gewebe sich rasch zusetzen, muss in kurzen Zwischenräumen eine Reinigung derselben erfolgen, und die Art wie dies bewerkstelligt wird, bildet das wesentliche Unterscheidungsmerkmal der zahlreichen Konstruktionen, die zu diesem Zweck erdacht und ausgeführt sind. Bei den meisten Staubfiltern wird die Reinigung durch einen kräftigen Luftstrom bewirkt, der zeitweilig in einer, der Staubluft entgegengesetzten Richtung zugeführt wird. Um die Wirkung zu erhöhen, werden die Filter gleichzeitig gerüttelt, geklopft, umgestülpt. Diese Bewegungen erfolgen natür-

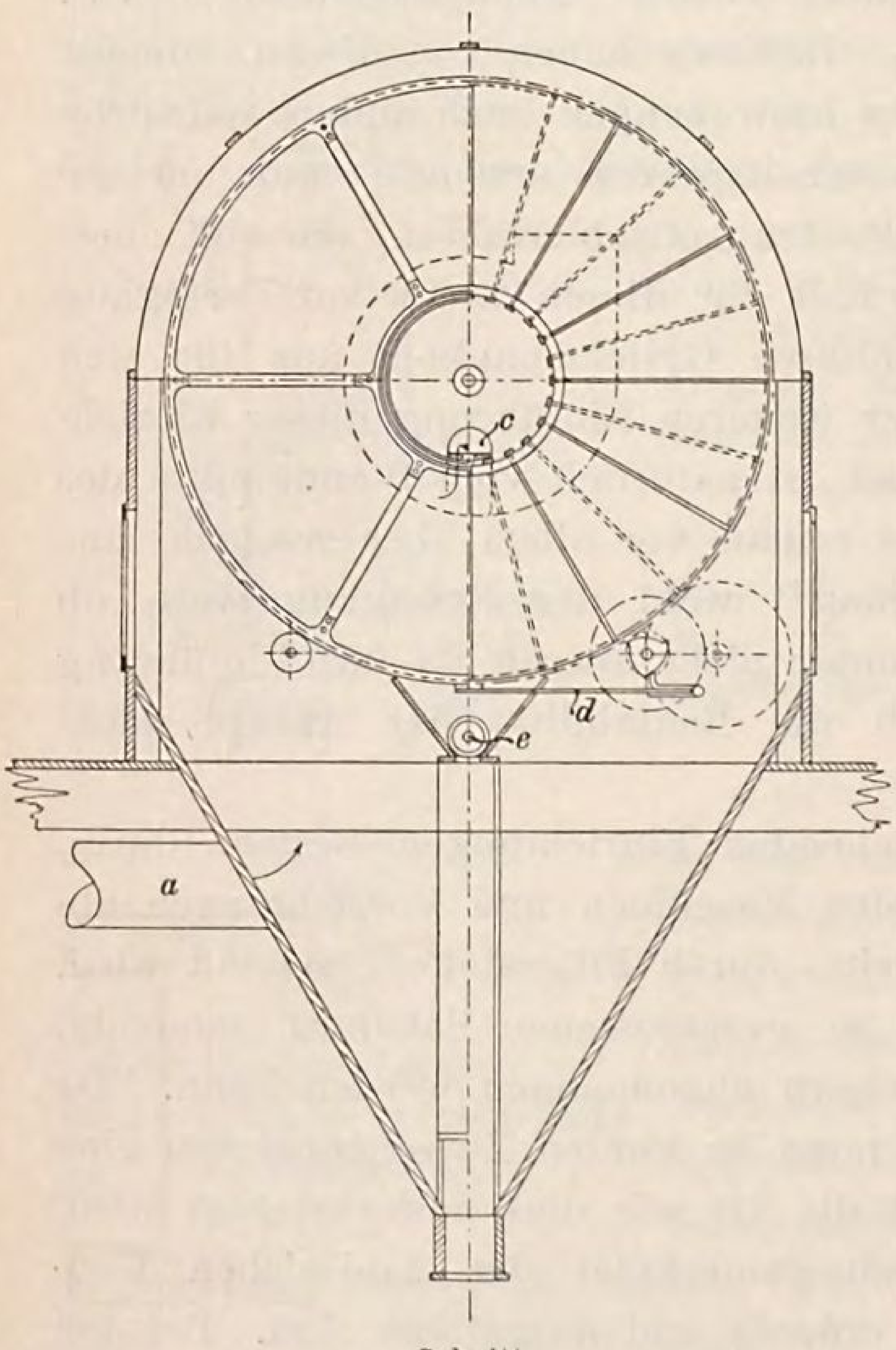
[1]) Dr. K. Möller, Schriften der Zentralstelle für Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen No. 6, S. 129.

[2]) s. Abschnitt IV, S. 370.

lich selbstthätig durch mechanische Vorrichtungen, deren Antrieb von der allgemeinen Transmission oder von der Welle des mit dem Staubsammler gewöhnlich verbundenen Sauggebläses abgeleitet wird. — Im Nachstehenden sollen die hauptsächlichsten Konstruktionen, die sich praktisch bewährt haben, kurz beschrieben werden.

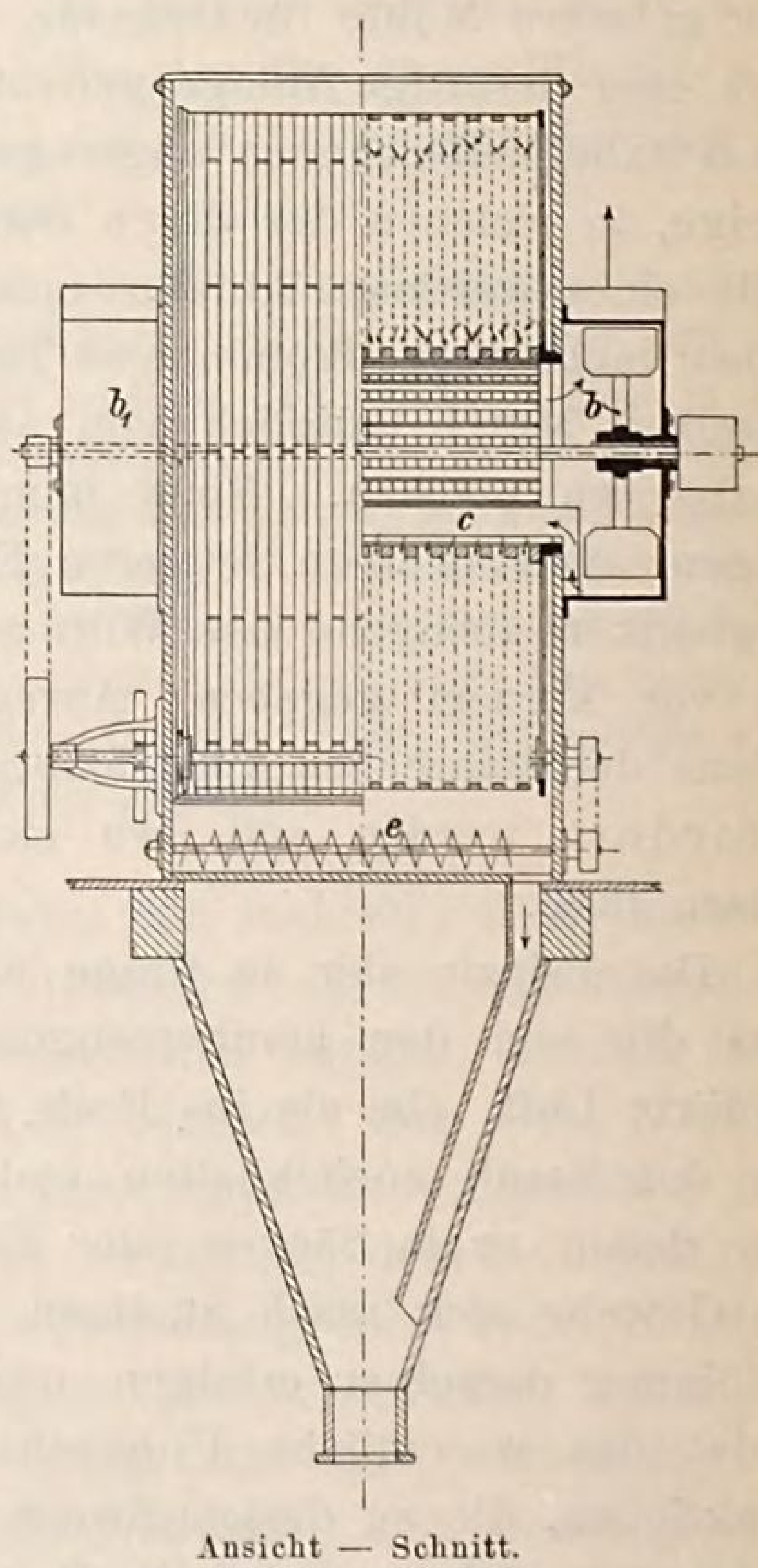
Eine der ältesten in Deutschland eingeführten Gewebefilter-Konstruktionen ist der dem in Amerika erfundenen Prinz'schen „Dust-Collector" nachgebildete sogenannte „Staubkollektor" von Eugen Kreiss in Hamburg. Die neueste Anordnung desselben mit Doppelventilator ist in Fig. 217 und 218 abgebildet. Die stauberfüllte Luft tritt

Fig. 217.



Schnitt.

Fig. 218.



Ansicht — Schnitt.

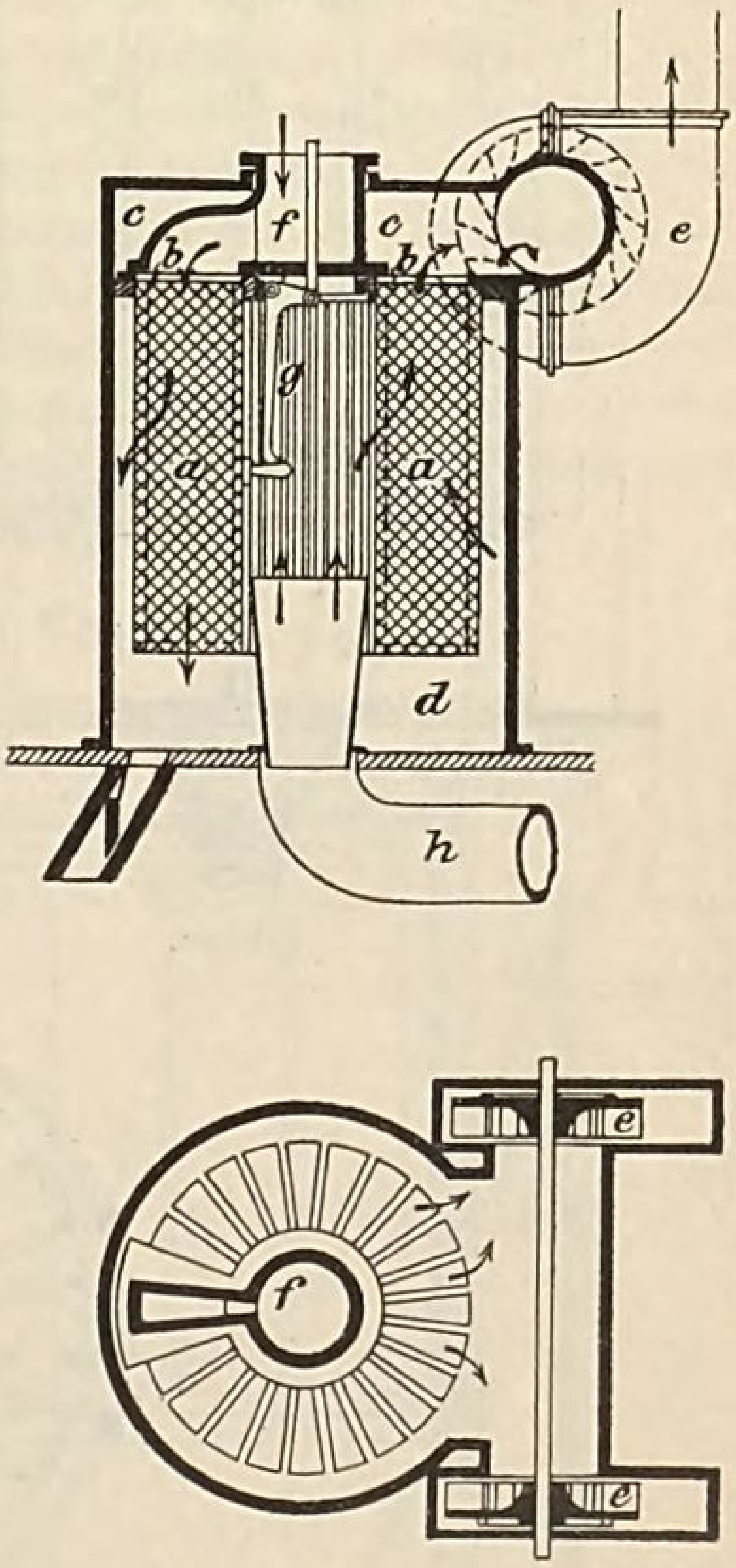
Staubkollektor von Eugen Kreiss in Hamburg.

bei a in ein hölzernes Gehäuse ein, in welchem sich eine Trommel ruckweise dreht. Das innerhalb der letzteren befindliche Filter wird aus zahlreichen Flächen, die in der Abbildung durch punktierte Linien angedeutet sind, gebildet, welche den Staub zurückhalten. Die gereinigte Luft wird durch die beiden auf gemeinschaftlicher Welle sitzenden Ventilatoren b b_1 aus dem Innern der Trommel abgesogen und gelangt ins Freie. Zum Zweck der Reinigung des Filtertuches ist hier zuerst das Prinzip des Gegenluftstromes, d. h. eines Stromes reiner Luft angewandt, welcher von der Gegenseite durch

einen Teil des Tuches einer Filterzelle getrieben wird, dergestalt, dass eine Filterzelle nach der andern dem Gegenstrom ausgesetzt wird. Durch ein in das Innere der Filtertrommel gelegtes, unten mit einem Längsschlitz versehenes Rohr c wird zu dem Ende nach einander durch je zwei zusammengehörige Filterflächen ein Luftstrom getrieben, der dadurch hervorgebracht wird, dass ein geringer Teil der Ausblaseluft der Ventilatoren abgefangen und in das Rohr c geleitet wird. Gleichzeitig schlägt der Hammer d kräftig gegen die, die beiden Filterflächen verbindende Kopfplatte, so dass dieselben gründlich von dem anhaftenden Staub befreit werden. Der letztere fällt in eine unter dem Hammer befindliche Schnecke e, welche denselben nach unten abführt.

Das Eisenwerk vormals Nagel & Kaemp in Hamburg verwendet einen sternförmig angeordneten Filterkorb, welcher eine grössere Anzahl mit Filtertuch bespannter Zellen enthält. Die Reinigung der Filtertücher wird auch hier selbstthätig durch die vereinigte Wirkung eines Klopfwerkes und eines kräftigen Gegenluftstromes bewirkt. — Der aus den Zellen a (Fig. 219) gebildete Filterkorb hängt fest an der wagerechten Wand b, welche den oberen Teil des Gehäuses c vom unteren Teile d trennt. Der obere Teil c steht in unmittelbarer Verbindung mit den Saugröhren der Exhaustoren e. Die Wand b hat Schlitze, welche genau den oberen Öffnungen der darunter hängenden Filterzellen entsprechen und deren Innenraum mit dem Raume c verbinden. Eine der Zellen steht durch den im Deckel drehbar aufgehängten Krümmer f, an welchem der als Klopfhammer ausgebildete Winkelhebel g hängt, ausser Verbindung mit dem Raume c und in Verbindung mit der umgebenden Luft. Die Exhaustoren verdünnen die Luft im oberen Teil c und mittelbar auch im unteren Teil d derart, dass die Staubluft durch das unten angeschlossene und bis in den Hohlraum des Korbes hinaufgeführte Zuleitungsrohr h in den Apparat eingesogen wird. Sie verteilt sich radial in die Zwischenräume der Zellen, dringt, unter Zurücklassung des Staubes, durch die Flanellwände hindurch und steigt gereinigt im Innern der Zellen auf in den oberen Raum c, von wo sie von dem Exhaustor durch die Ausblaseöffnungen hinausbefördert wird. Der Staub schlägt sich zum Teil direkt zu Boden, zum Teil hängt er sich an die Flanellwände an. Da im Raume d die Luft verdünnt ist, so tritt durch den Krümmer f frische reine Luft vermöge des Überdrucks der Aussenluft in die eine von ihm überdeckte Zelle und durch deren Wände in das Filtergehäuse hinüber und löst hierbei die am Tuche haftenden Staubteile, die nun zu Boden fallen, los. Der Hammer g setzt gleichzeitig diese Zelle in leichte Erschütterung und befördert dadurch das Ablösen des Staubes. Nachdem die erste Zelle gereinigt ist, wird der Krümmer über die zweite, dann über die dritte gedreht und so bei jedem vollen Umgange des Krümmers eine Zelle nach der anderen gereinigt.

Fig. 219 und 220.

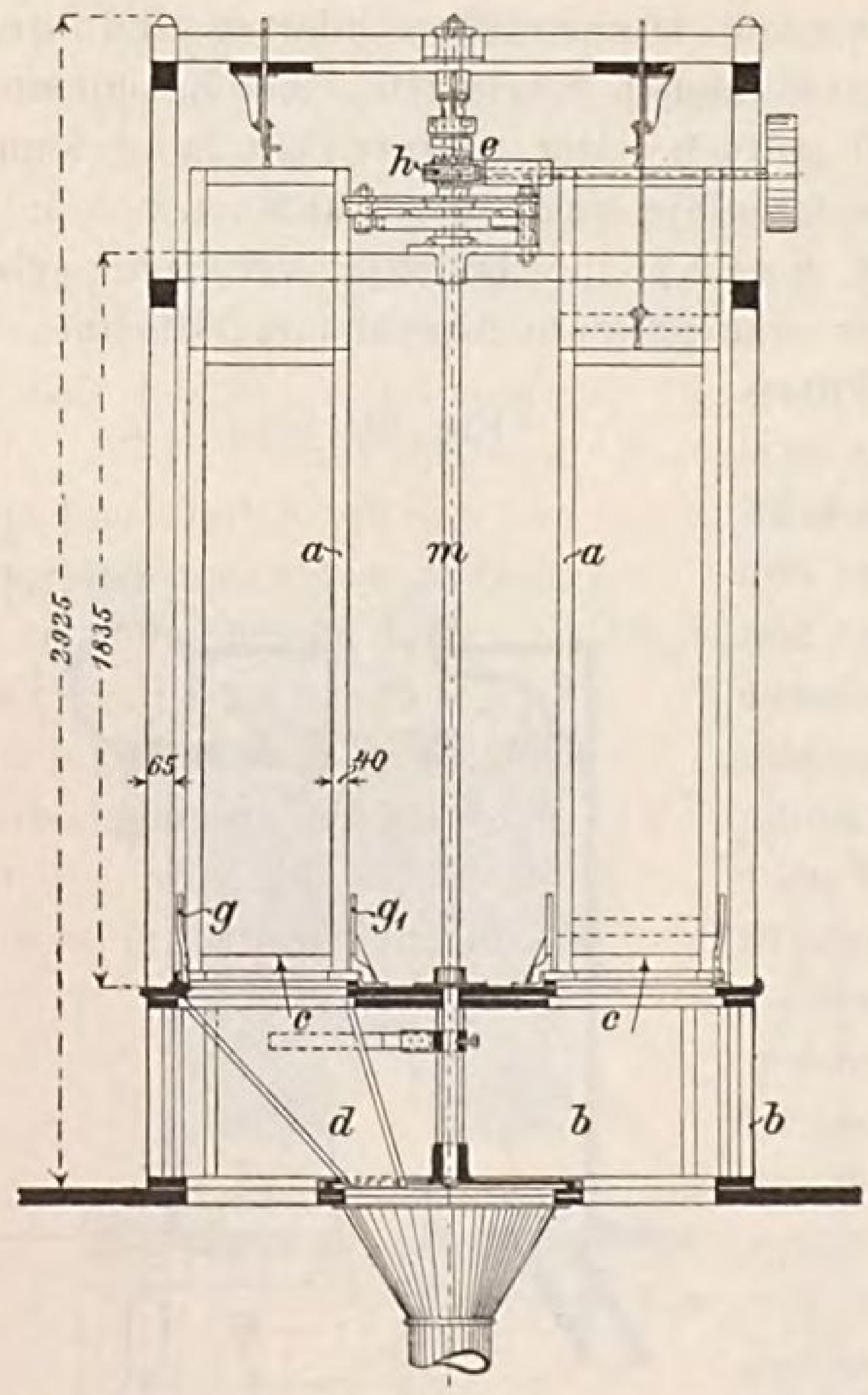


Schnitt und Grundriss.

Staubfilter des Eisenwerks vormals Nagel & Kaemp in Hamburg.

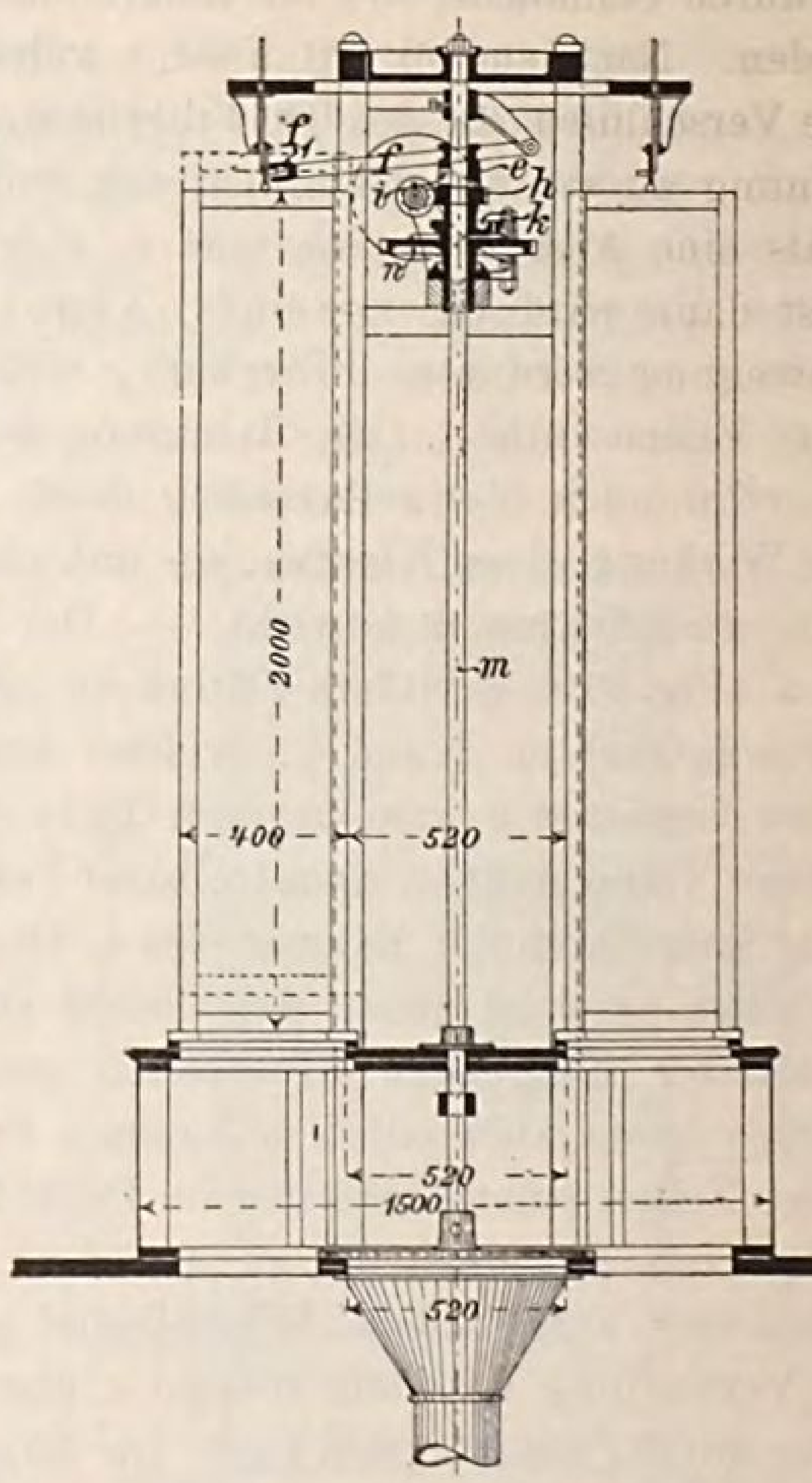
Bei dem von Unruh & Liebig in Leipzig konstruierten Staubsammler wird die Reinigung der Filterzellen durch mehrmaliges Heben und Fallenlassen der das Filtertuch spannenden Rahmen a a (Fig. 221 bis 223) unter Zuhilfenahme eines Gegenluft-

Fig. 221.



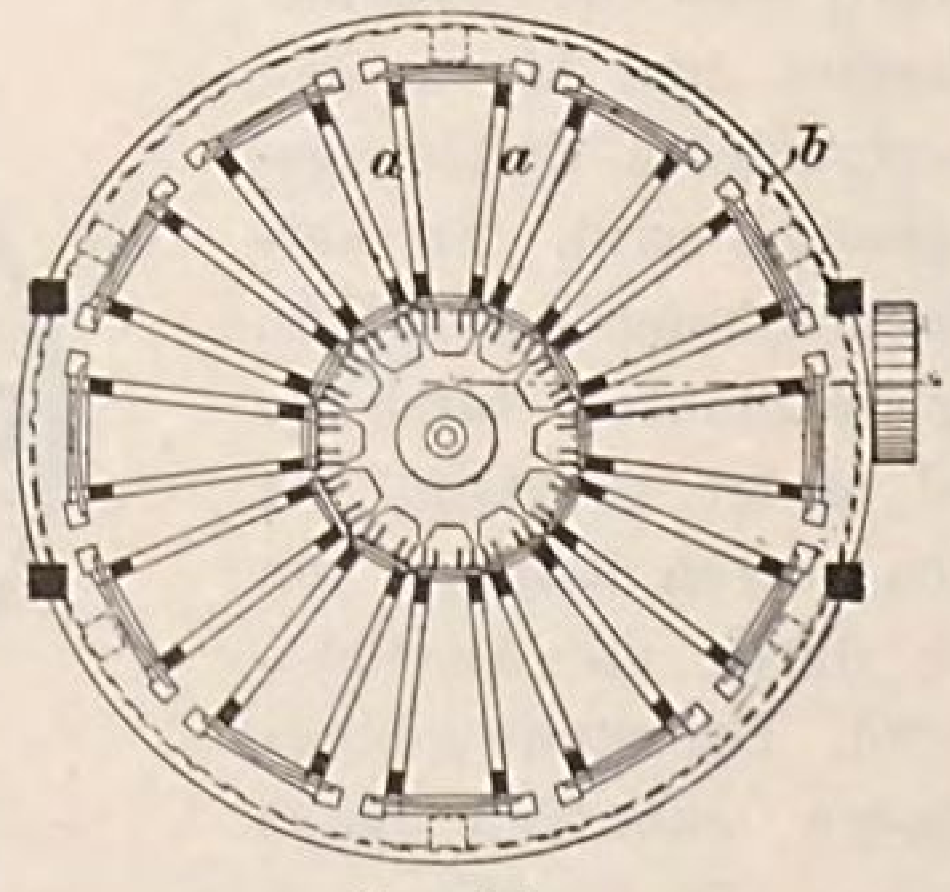
Schnitt.

Fig. 222.



Schnitt.

Fig. 223.



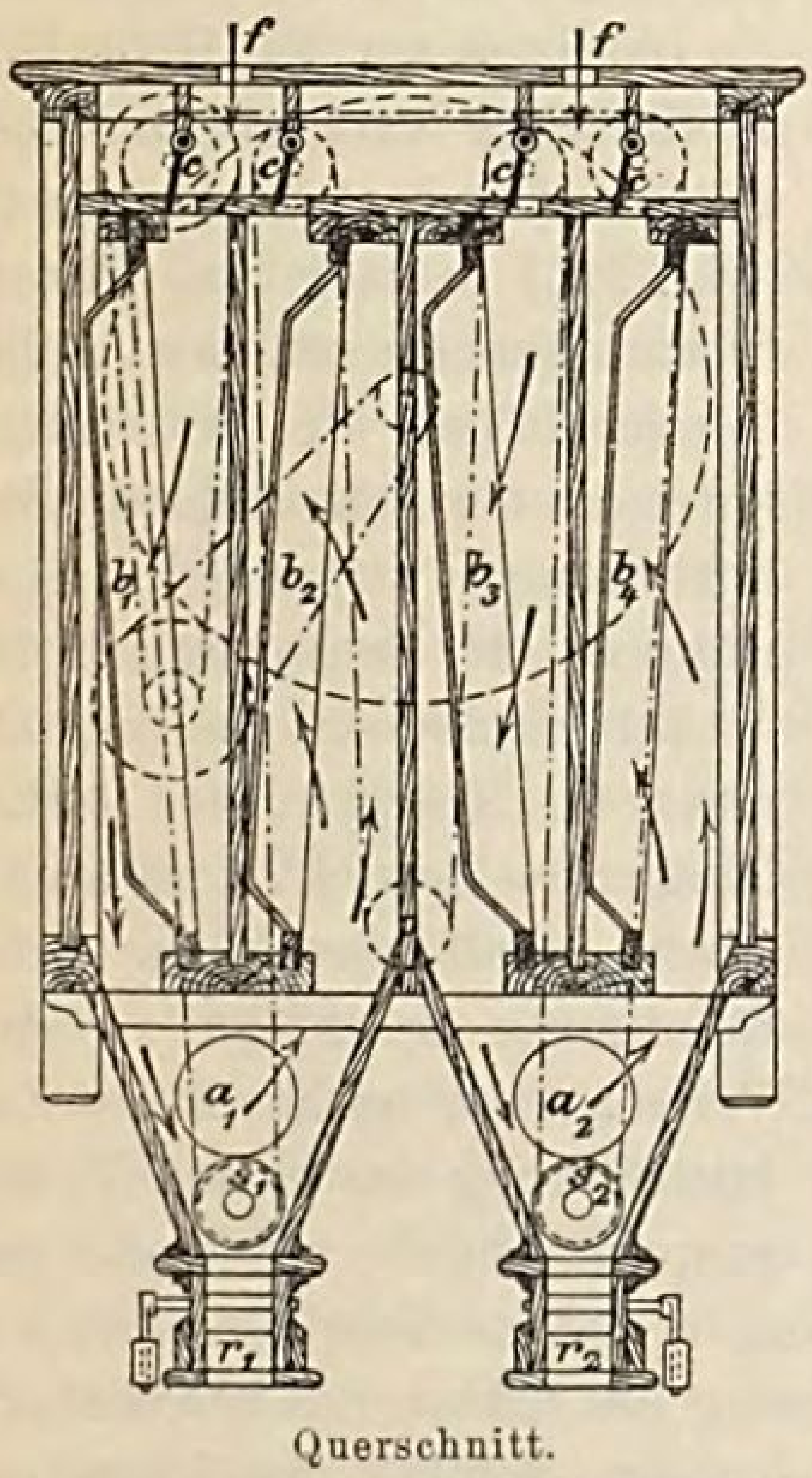
Grundriss.

Staubsammler von Unruh & Liebig in Leipzig.

stromes bewirkt. Die Rahmen sind auf einem mit entsprechenden Öffnungen versehenen Behälter b montiert, in den die Staubluft von unten oder von der Seite eintritt. Die Reinigung der Rahmen findet in der Weise statt, dass zuerst die Eintrittsöffnung c durch die an dem Trichter d befindliche, mit Filz bekleidete Fläche geschlossen wird; dann wird das betreffende Rahmensystem durch die schiefe Ebene e und den Hebel f zweimal gehoben und fallen gelassen. Die Führungen g und g′ bewirken, dass die

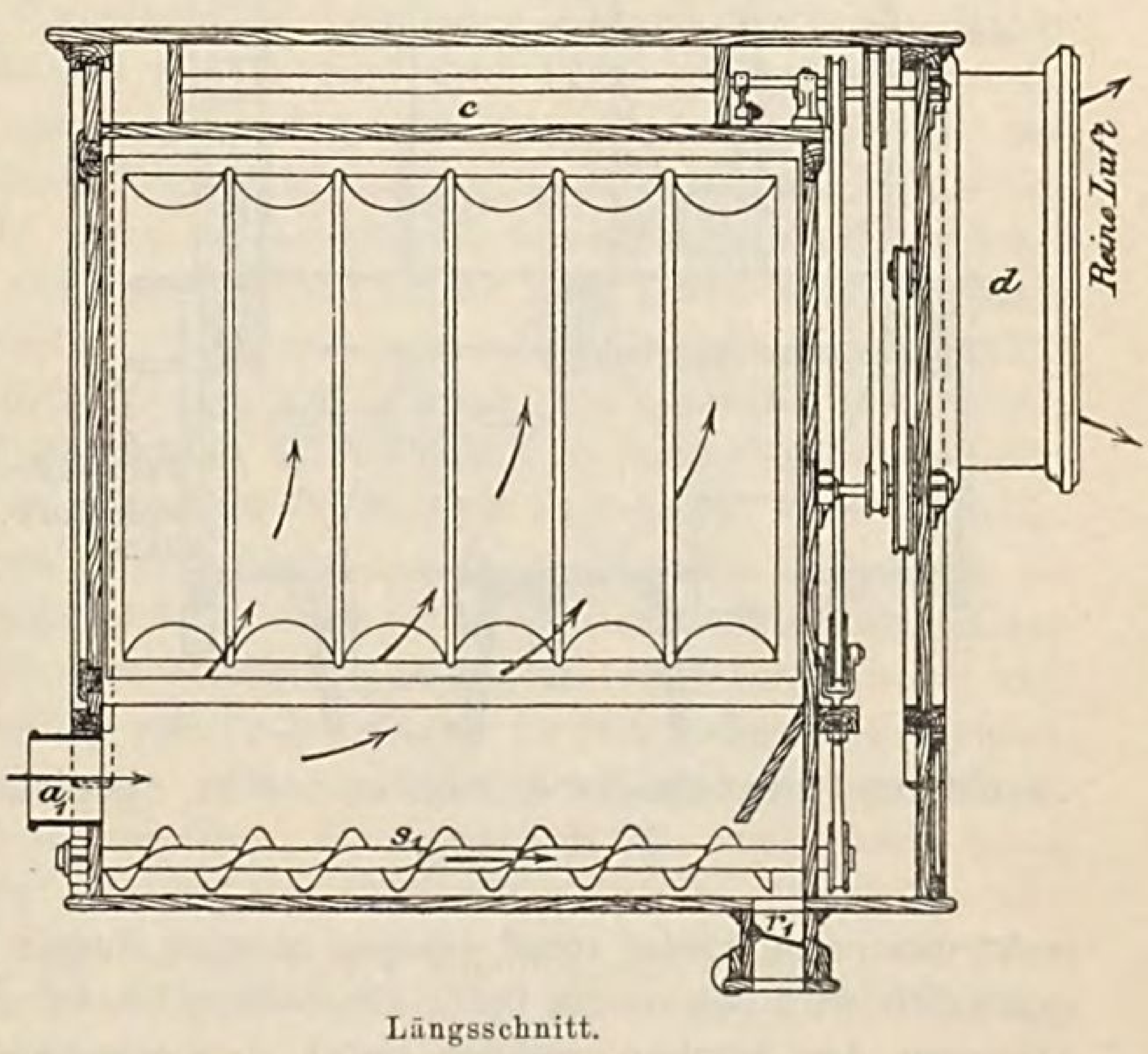
Rahmen beim Heben sich einander nähern, also die Luft, die sich zwischen denselben befindet, verdrängen. Beim plötzlichen Fallenlassen strömt dieselbe auf der ganzen Fläche von aussen durch den Filterstoff und bewirkt im Verein mit der Erschütterung eine gründliche Reinigung desselben. Damit die Rahmen sich heben können, sind dieselben durch Schläuche, die an Holzrahmen befestigt sind, mit dem Gehäuse beweglich verbunden. Nachdem die Rahmen zweimal gehoben und fallen gelassen sind, dreht sich die Verschlussfläche des Trichters c zur Seite, und der Trichter selbst kommt unter die Öffnung zu stehen und nimmt den Staub auf. Bei der nächsten Drehung kommt nochmals eine Abschlussfläche vor die Öffnung, um jegliche Wirbelung zu vermeiden, und erst dann wird die gereinigte Filterzelle wieder für die Staubluft freigegeben. Die Bewegung wird von der vertikalen Welle m mittels Schnecke und eines Schneckenrades h, welches lose auf der Welle sitzt, übertragen. An demselben befindet sich ein schräger Zahn i und ein Exzenter k. Das Gegenstück zu dem Zahn i ist mit dem Hebel f verbunden und bewirkt das Heben desselben und dadurch der Zellen, und zwar bei jeder Umdrehung des Rades einmal. Auf der Welle m sitzt festgekeilt ein Sperrrad n, welches doppelt so viel Zähne hat, wie Filterzellen vorhanden sind, und das bei jeder Umdrehung des mit dem Schneckenrad verbundenen Exzenters um einen Zahn weitergeschoben wird, wodurch die Welle m und mit ihr der darauf sitzende Drehpunkt des Hebels f sowie der Trichter d im Gehäuse mit seinen Dichtungsflächen entsprechend gedreht wird. Dadurch, dass der Hebel vorn eine breite Hebefläche hat, wird bewirkt, dass die Filterzelle zweimal hintereinander gehoben wird; selbstverständlich muss auch die untere Dichtungsfläche über zwei Teilungen reichen.

Fig. 224.



Querschnitt.

Fig. 225.



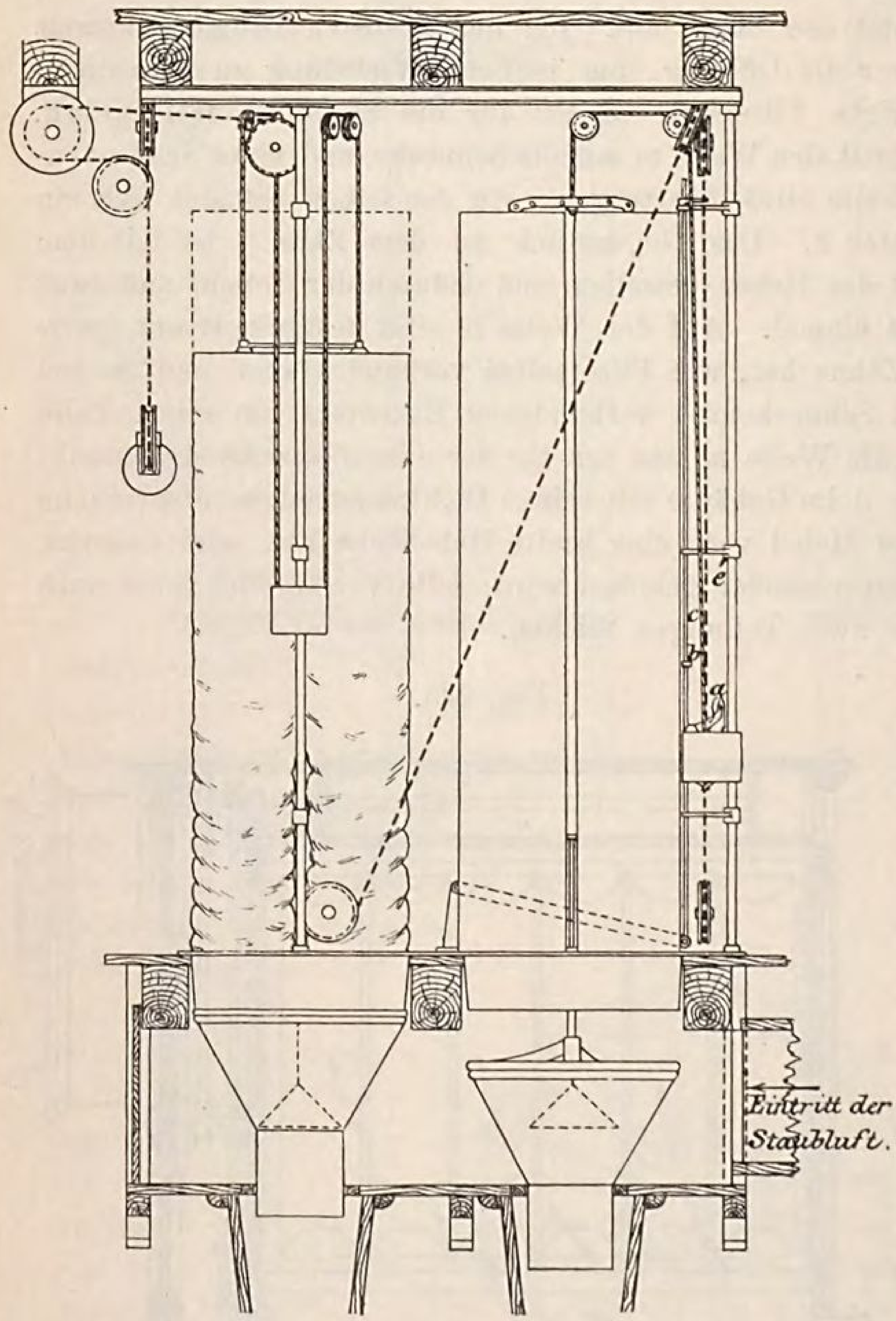
Längsschnitt.

Staubfilter von M. Martin in Bitterfeld.

M. Martin in Bitterfeld benutzt zum Reinigen der Filterflächen seines in Fig. 224 und 225 abgebildeten Staubfilters einen Gegenluftstrom, der gleichzeitig dazu benutzt wird, die zu reinigenden Filtertücher umzustülpen. Die Staubluft tritt bei dieser Konstruktion unten durch die Rohre a_1 a_2 ein und passiert auf seinem Wege

nach dem Exhaustor d feststehende, in viereckigen Rahmen angebrachte Filter b_1 bis b_4, von denen bei der in den Figuren wiedergegebenen Stellung b_2 und b_4 in Thätigkeit sind. Durch die jeweilig zu reinigenden Filterflächen (in der Abbildung b_1 und b_3) wird durch die Einströmungskanäle f f und die Klappen c c ein Luftstrom in entgegengesetzter Richtung zugeführt, wodurch dieselben umgestülpt und gereinigt werden. Das Umsteuern der Luftbewegung erfolgt durch Verstellen der Klappen c c, wodurch jedesmal die eine Hälfte der Filterabteilungen gegen die äussere Luft sich öffnet, während die andere abgeschlossen wird. Es wird dies bewirkt durch Riemen oder Ketten ohne Ende, welche, von der Exhaustorwelle aus in Bewegung gesetzt, durch Mitnehmer die zeitweise Umstellung der Klappen vollziehen. Von den gereinigten Filterflächen fällt der Staub auf die Schnecken s_1 s_2 und wird von diesen den Sackstutzen r_1 r_2 zugeführt.

Fig. 226.



Staubfilter Patent Jaacks & Behrens von Fr. Hausloh in Hamburg.

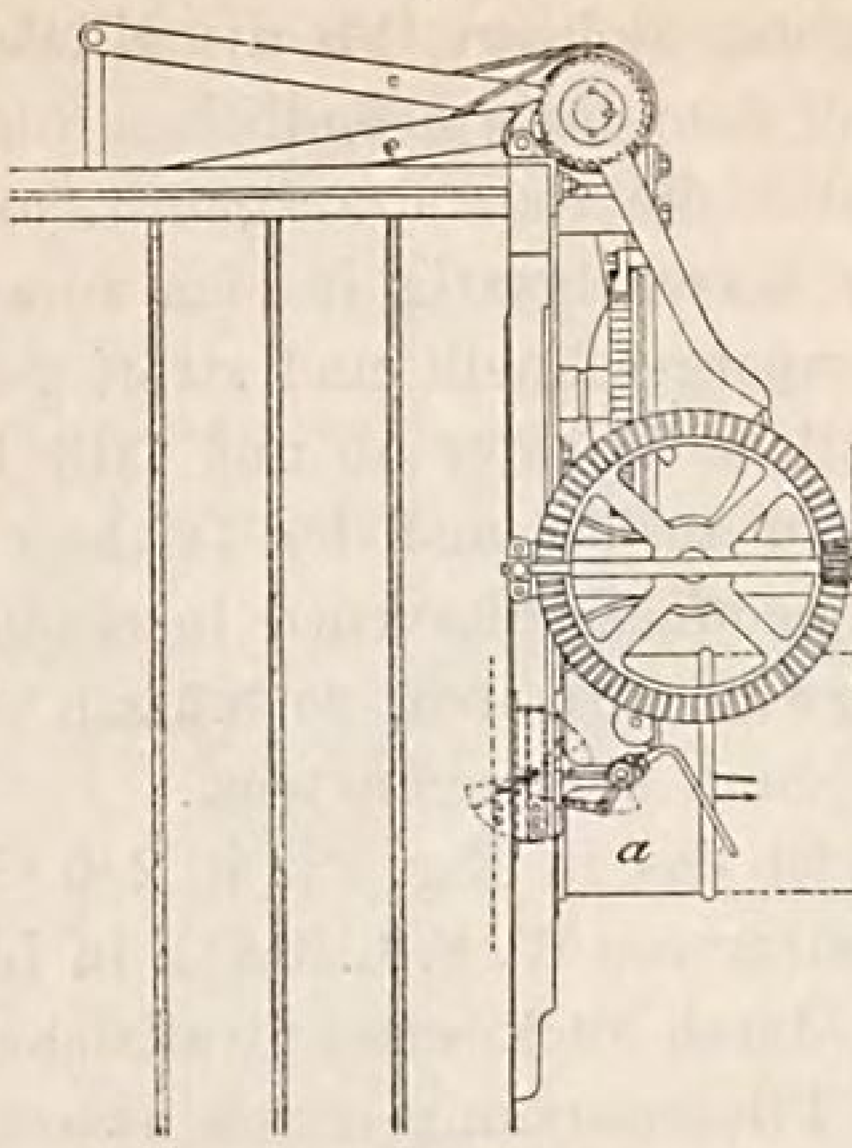
Das jetzt von Fr. Hausloh in Hamburg vertriebene Filter Patent Jaacks & Behrens (Fig. 226) besteht aus Filtertuchschläuchen von fast voller Geschosshöhe, die mit ihrem unteren, offenen Ende mit Staubluftleitung verbunden sind, während sie oben durch Holzdeckel geschlossen und mittels eines an Tauen über Rollen hängenden Gewichtes hoch und straff gehalten werden. Die Reinigung geschieht in der Weise, dass, nachdem die Zutrittsöffnung der Staubluft abgesperrt ist, die Schläuche gesenkt und rasch wieder straff gezogen werden, indem das erwähnte Gewicht zunächst angehoben wird und wieder fällt. Die heftige Erschütterung des Schlauches bewirkt ein Abstossen des Staubes, welches durch den beim Straffziehen infolge der Raumvergrösserung entstehenden Gegenwind noch unterstützt wird. — Die Anordnung des Gewichtes ist aus der Figur ersichtlich. Eine endlose Kette, an welcher sich ein Mitnehmer befindet, wird in geeigneter Weise über Rollen geleitet und durch ein kleines Kettenvorgelege so langsam bewegt, dass der Mitnehmer nach Bedürfnis alle 5 bis 10 Minuten einen Kreislauf beendet. Der Mitnehmer hakt beim Vorbeigehen an dem

Gewicht unter die Klinke a desselben und hebt das Gewicht und gleichzeitig vermittels des Stellringes b auf der Stange c den Verschlusstrichter so lange, bis die Klinke d in die Kerbe der Stange c fällt und so den Trichter mit dem darin befindlichen Sitzventil geschlossen hält. Gleichzeitig wird die Klinke a durch die Nase c ausgelöst, und das Gewicht fällt infolgedessen zurück. Die bis dahin blasebalgartig in sich zusammengesunkenen Filterschläuche werden dann plötzlich emporgeschnellt und straff gezogen. Der abgestossene Staub lagert sich auf dem Sitzventil im Trichter ab und fällt in dem Augenblick, wo der Mitnehmer der Kette die Klinke d auslöst und der Trichter durch sein Eigengewicht herunterfällt, durch das ebenfalls geöffnete Sitzventil in einen Sack oder eine Schnecke. — Sollen diese Filter für Saugwind arbeiten, so müssen sie mit einer luftdichten Kammer umgeben werden, aus der dann abgesogen wird.

Im Prinzip dem vorbeschriebenen sehr ähnlich ist das in Fig. 229 u. 230 (S. 434) in zwei verschiedenen Schnitten gezeichnete Schlauchfilter von W. F. L. Beth in Lübeck. Auch hier erfolgt die Reinigung der Filterschläuche durch ruckweises Straffziehen und gleichzeitige Erzeugung eines Luftstromes, der die Filterwandungen von aussen nach innen durchzieht. Die Schläuche von etwa 400 mm Durchmesser sind in einem geschlossenen Gehäuse, und zwar je zwei in durch Zwischenwände getrennten Abteilungen angebracht. Dieselben sind am unteren Ende offen und werden durch Ringe herausnehmbar im Gehäuseboden befestigt, während sie am oberen Ende durch Deckel geschlossen und an dem oberhalb des Gehäusedeckels drehbar befestigten, sogenannten Abklopfhebel mittels Hängeeisen aufgehängt sind. Die Schläuche werden durch mit dem Abklopfhebel in Verbindung stehende Blattspiralfedern straff gehalten. Die Staubluft tritt von unten in die Schläuche ein. Am vorderen Oberteil des Filtergehäuses ist für den Anschluss des zum Exhaustor führenden Rohres ein Saugestutzen a (Fig. 227) mit zwei durch eine Zwischenwand getrennten Drosselklappen angebracht, welcher mit zwei Gehäuseabteilungen mit je zwei Schläuchen in Verbindung steht. Die Reinigung der Schläuche geschieht in folgender Weise. Auf einer, vor dem oberen Vorderteil des Filtergehäuses liegenden, langsam laufenden Welle b sind verschiebbare Daumen c c angebracht. Diese werden periodisch mittels einer automatischen Vorrichtung in die Ebene der Abklopfhebel d d gerückt und heben dieselben hoch, wodurch jedesmal die zwei Schläuche, welche an einem solchen Hebel hängen, schlaff, und nachdem der Daumen vom Hebel abgerutscht ist, mit einem gelinden Ruck wieder straff gezogen werden. Dieses Straffschnellen der Schläuche ist je nach Bedarf regulierbar, indem die Spiralfedern mittels geeigneter Vorrichtung angespannt werden können. Damit nun während des Abklopfens der Staub von den Schläuchen nach unten abfallen kann, wird die Saugwirkung des Exhaustors bei der betreffenden Filterabteilung durch die Drosselklappe im Saugstutzen ebenfalls automatisch abgesperrt, wobei sich gleichzeitig eine in dieselbe Abteilung mündende Öffnung im Filtergehäuse (e e) öffnet. Durch die Saugwirkung des Exhaustors wird, da die Schlauchöffnungen am unteren Ende durch Kanal oder Rumpf kommunizieren, ein Luftstrom von aussen nach innen durch die Filterwandungen gesaugt, welcher das Abfallen des Staubes sehr fördert und die Filterstoffporen offen hält. Die Reinigung von je zwei Schläuchen dauert nur einige Sekunden und erfolgt nach der Reihe bei sämtlichen Abteilungen. Die Wirkung des Apparates wird also nicht unterbrochen.

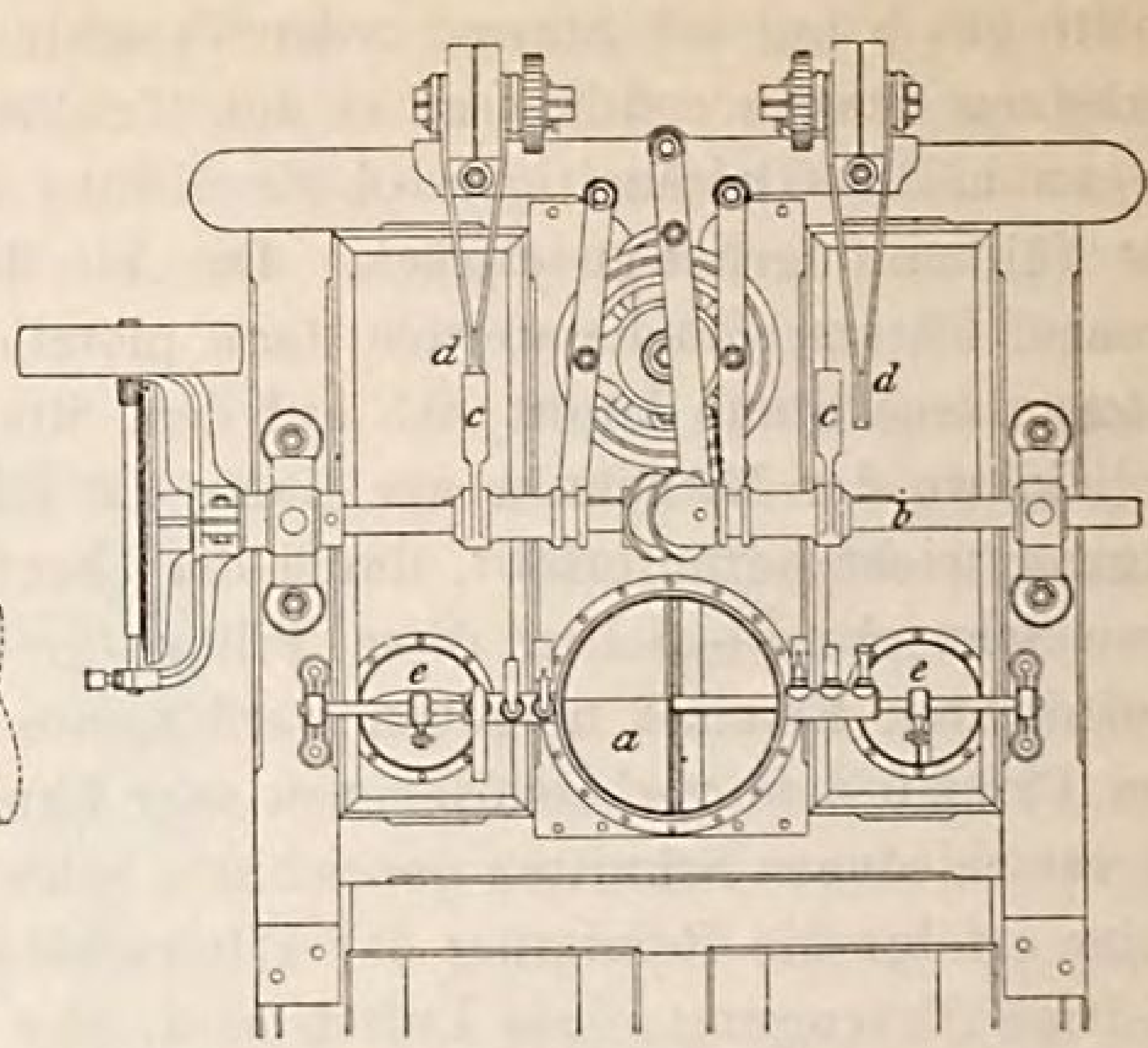
Die Maschinenfabrik und Mühlenbauanstalt G. Luther in Braunschweig baut ausser verschiedenen Zellenfiltern, die den weiter oben beschriebenen Systemen ähneln, ein von L. B. Fiechter in Basel angegebenes, sogenanntes „maschenloses“ Filter. Die Staubluft wird unten bei A (Fig. 231, S. 435) in den Apparat eingeblasen und erfährt hier infolge des plötzlich sich erweiternden Querschnittes eine Verlangsamung ihrer

Fig. 227.



Seitenansicht.

Fig. 228.



Vorderansicht.

Detail der Abklopfvorrichtung.

Fig. 229.

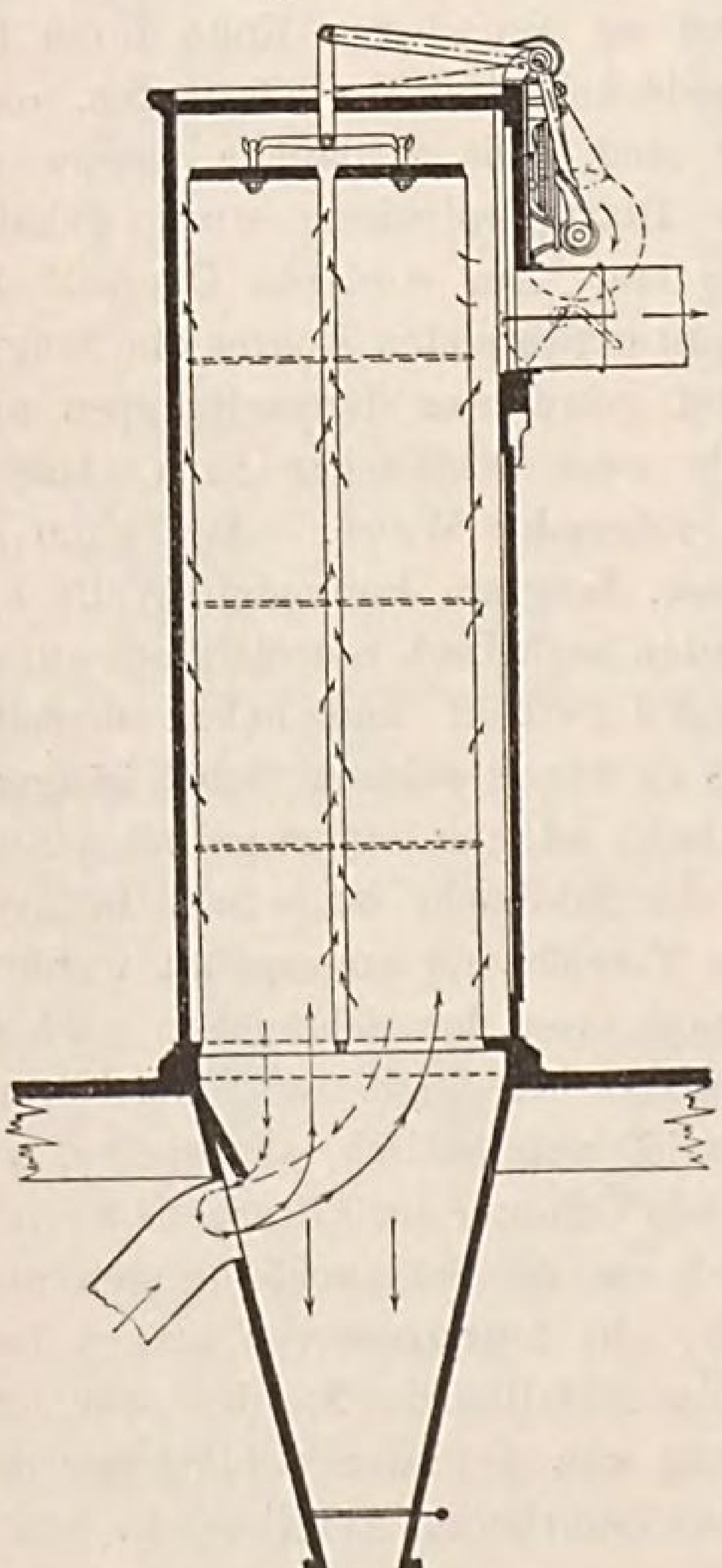
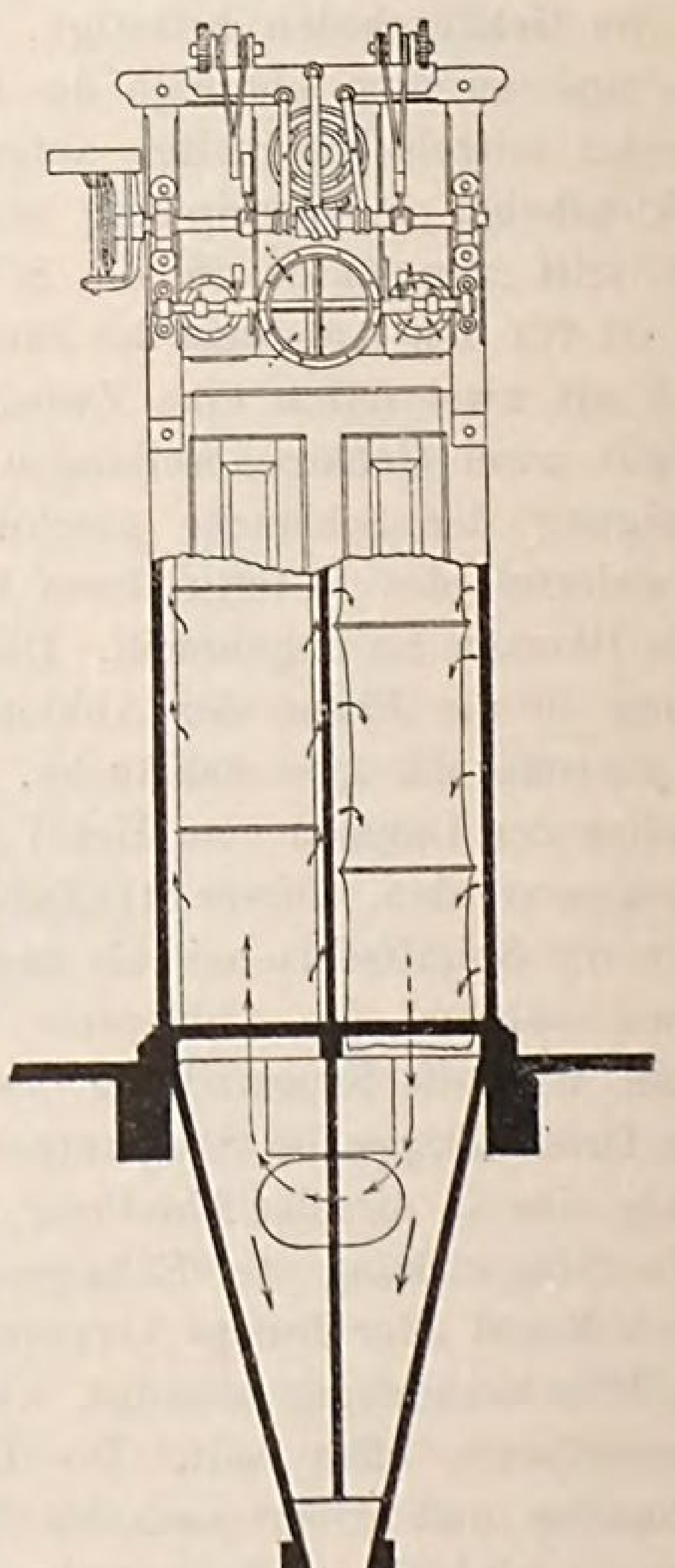


Fig. 230.

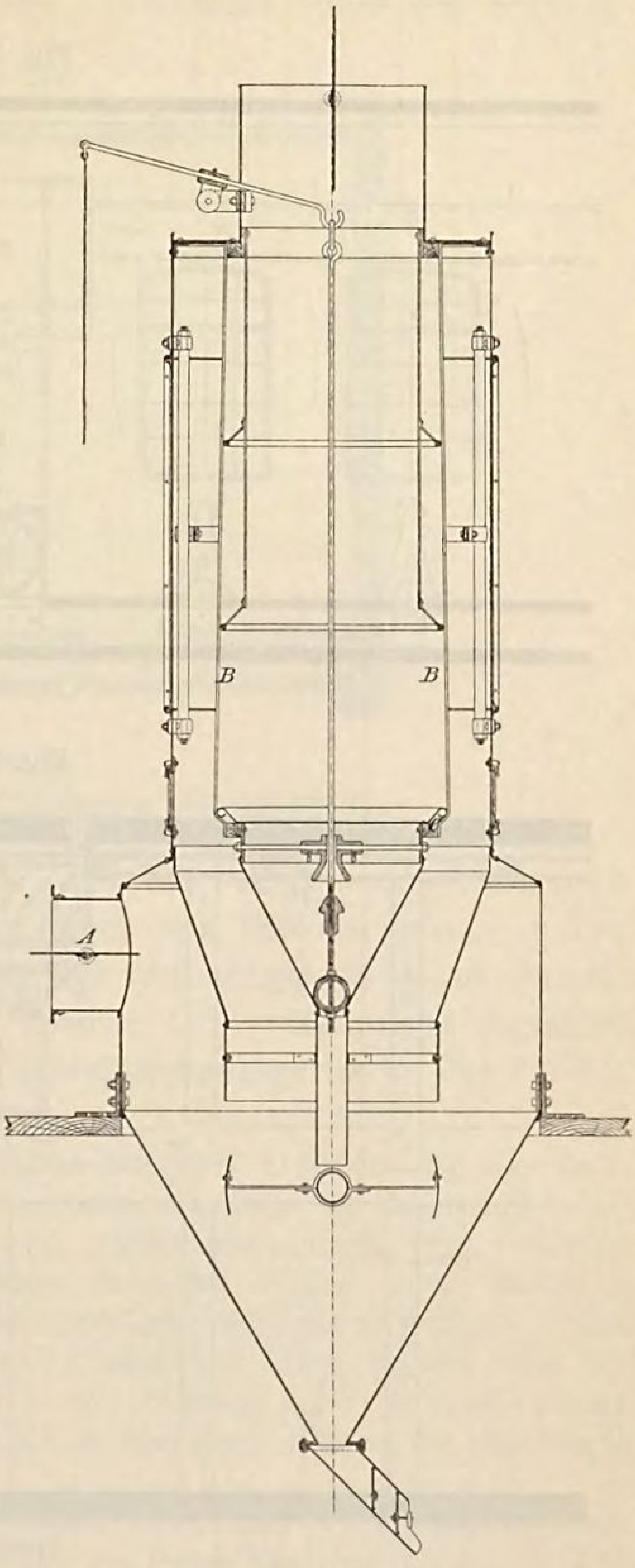


Staubfilter von W. F. L. Beth in Lübeck.

Geschwindigkeit. Infolgedessen sinkt der schwerere Staub sofort nach unten. Die noch nicht vollkommen staubfreie Luft passiert dann weiter das Filter B, dessen Filterstoff so angeordnet ist, dass die Ketten und Schussfäden nur an den beiden Enden

verwoben sind, so dass die dicht neben einander liegenden unverwobenen Fäden die an ihnen hängen gebliebenen Staubteile ohne weiteres abfallen lassen und überhaupt ein Zusetzen des Filterstoffes nicht eintreten kann. Es genügt, den Filterzylinder einmal täglich oder auch nur alle paar Tage von Hand zu erschüttern, um allen anhaftenden Staub abfallen zu lassen. Das System empfiehlt sich jedenfalls durch grosse Einfachheit. Dieselben Filter werden übrigens auch für Fälle, in denen sehr grosse Staubmassen zu bewältigen sind, mit automatischer Schüttelvorrichtung hergestellt.

Fig. 231.

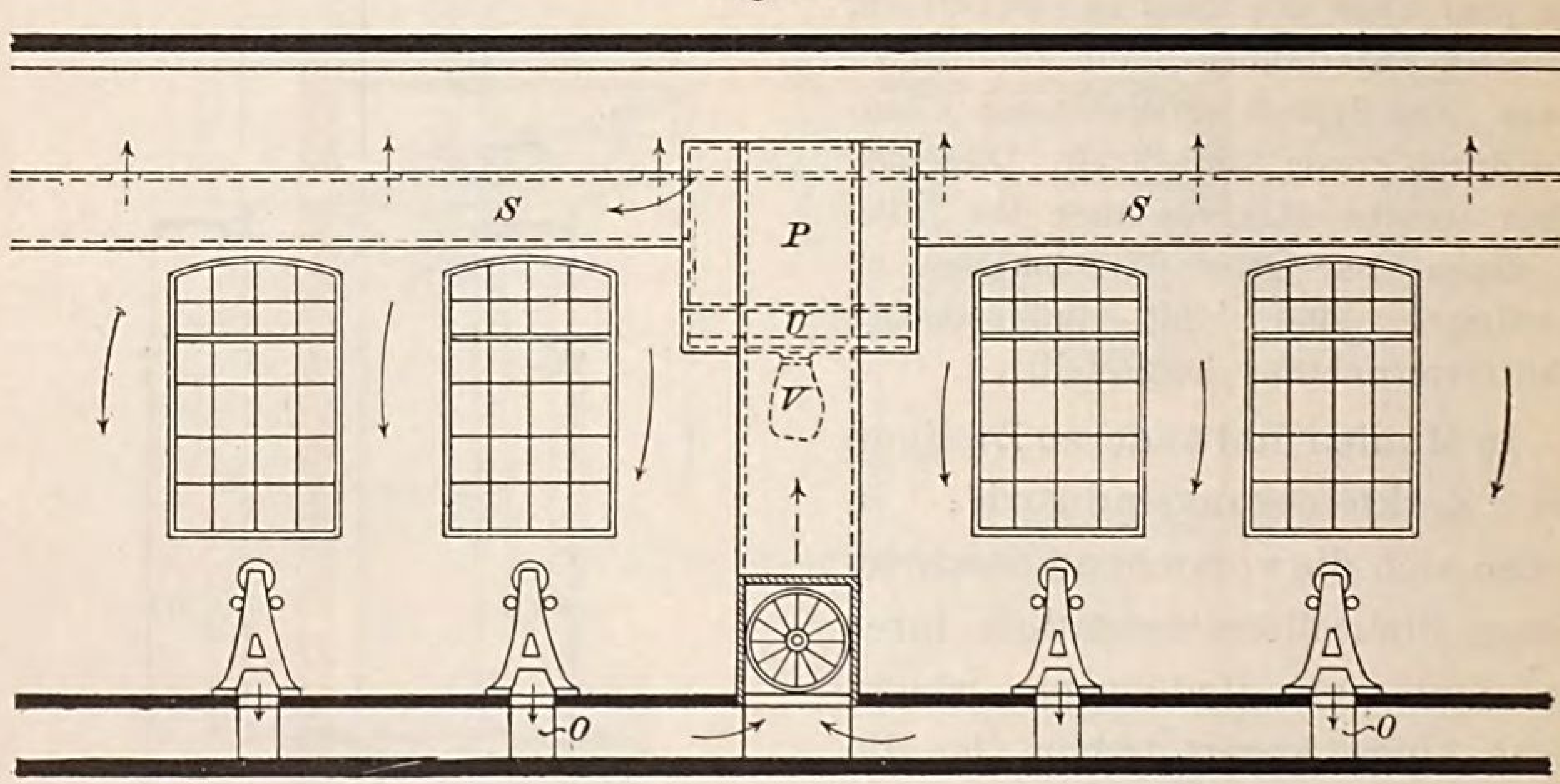


„Viktoria"-Staubkollektor
System L. B. Fiechter von G. Luther
in Braunschweig.

In Mühlen und anderen Zweigen der Zerkleinerungsindustrie, in denen sich die vorstehend beschriebenen Staubfilter wesentlich ihrer ökonomischen Bedeutung wegen rasch eingebürgert haben, ist die Absaugung des Staubes eine vergleichsweise leichte Aufgabe, weil die Zerkleinerungsmaschinen ummantelt sind und gewöhnlich nur eine Ein- und Austrittsöffnung für das Mahlgut haben. Es genügt deshalb die Absaugung einer kleinen Luftmenge, um den Austritt des Staubes zu verhindern, weil in den engen Öffnungen leicht eine Luftgeschwindigkeit erzeugt wird, die grösser ist als die, meist durch die Bewegung des Mahlgutes bedingte Staubbewegung. Viel schwieriger ist die Entstaubung der grossen Arbeitssäle der Textilindustrie, der Tabakfabrikation u. a., in denen eine Ummantelung der Maschinen und Arbeitsplätze nicht möglich ist und man sich damit begnügen muss, die Luft nach unter den Maschinen oder Arbeitsplätzen mündenden Röhren oder Kanälen abzusaugen. Die Luftmengen, die in diesem Falle bewegt werden müssen, sind naturgemäss viel

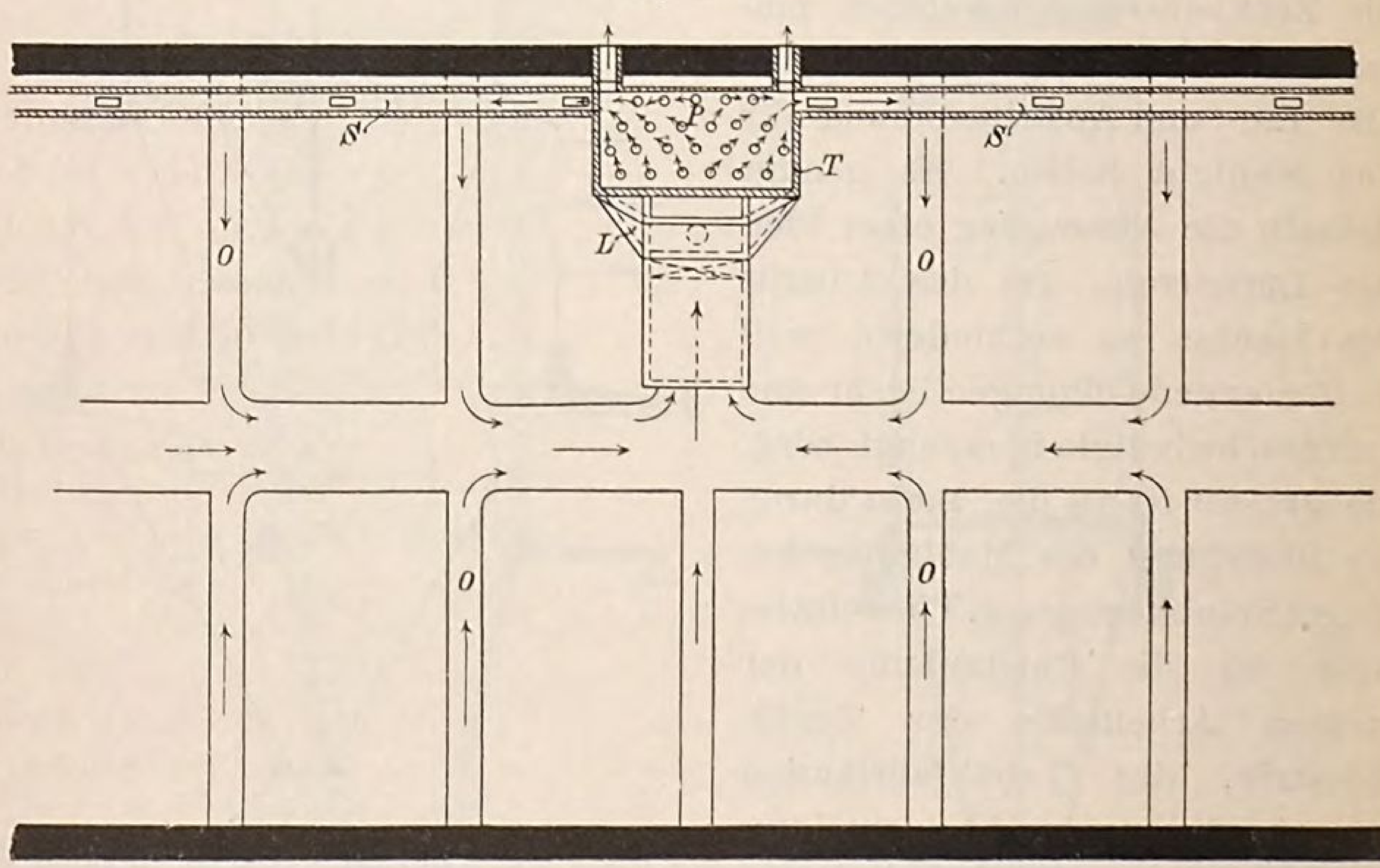
grösser. Wollte man nun die gesamte zum Zweck der Staubfreierhaltung des Arbeitsraumes abgesaugte Luft ins Freie austreten lassen, so würde die Erwärmung des an ihrer Stelle von aussen eingeführten

Fig. 232.



Längsschnitt.

Fig. 233.



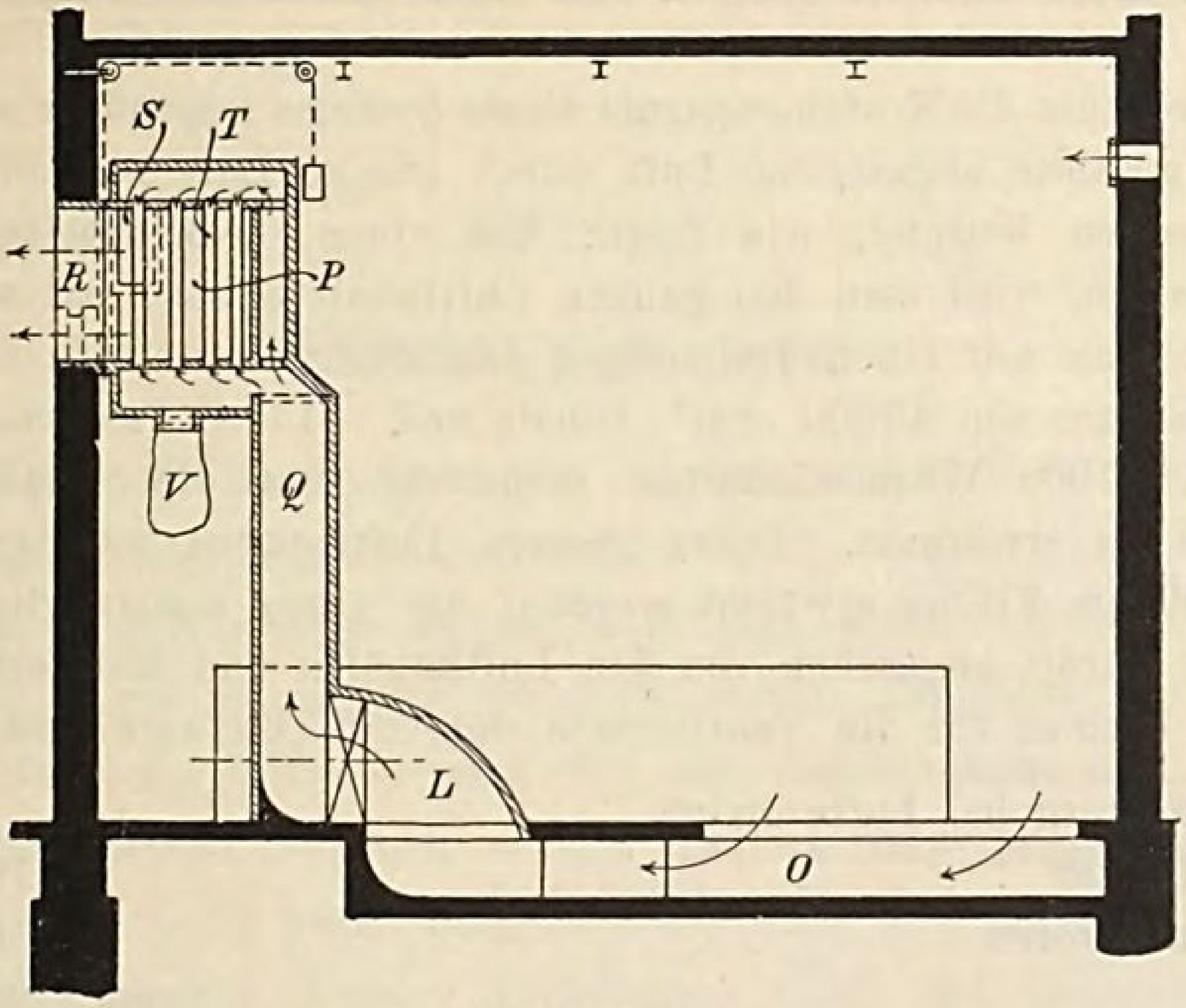
Grundriss.

Entstaubungsanlage mit Möller'schem Röhrenluftfilter.

grossen Luftquantums so erhebliche Wärmemengen erfordern, dass die Verallgemeinerung eines solchen Verfahrens, zumal der bei diesen Betrieben in Betracht kommende Staub ein wertloses Produkt ist, an seiner

Kostspieligkeit scheitern würde. Dr. K. Möller[1]) hat daher den beachtenswerten Vorschlag gemacht, die Winterlüftung derartiger Arbeitsräume so anzuordnen, dass statt eines Ventilationssystems eine teilweise

Fig. 234.



Querschnitt.
Entstaubungsanlage mit Möller'schem Röhrenluftfilter.

Zirkulationslüftung eingerichtet wird, bei der die gesamte Raumluft durch ein Filter gereinigt, dann aber ganz oder teilweise wieder in den Arbeitsraum zurückgeführt wird, während unabhängig davon die für die Lufterneuerung erforderliche Menge frischer Luft von aussen zugeführt wird (vergl. S. 340). Eine solche Entstaubungsanlage ist in Fig. 232 bis 234 dargestellt.

Die unter den stauberzeugenden Maschinen unter dem Fussboden liegenden Luftkanäle O sind oben mit durchbrochenen Eisenplatten abgedeckt, die sich behufs Reinigung der Kanäle fortnehmen lassen. In schon vorhandenen Anlagen wird man statt derselben Blechrohre oberhalb des Fussbodens anbringen können. Diese Kanäle O münden in einen Sammelkanal, der die Staubluft dem Ventilator L zuführt. Dieser bläst die Luft durch den senkrechten Schacht Q nach dem Filter P; hier wird der Staub zurückgehalten, und die staubfreie Luft tritt entweder durch die Kanäle S ganz oder teilweise in den Arbeitsraum zurück, oder sie wird durch Öffnung des Schiebers R ganz oder teilweise ins Freie geblasen.

Eine besondere Schwierigkeit liegt in diesem Falle noch in der Beschaffenheit des Staubes in der Textilindustrie. Derselbe besteht aus feinen Fäserchen, die fest an dem Filtertuch anhaften und sich verfilzen. Es genügen daher zu seiner Entfernung die in der Zerkleinerungsindustrie gebräuchlichen Schüttel-, bezw. Abklopfvorrichtungen nicht, um die Filtergewebe rein zu halten, sondern es sind an beiden Enden offene Filter-

[1]) K. Möller, Über Entstaubungsanlagen für Fabriken. Zeitschr. d. Zentralstelle f. Arb.-Wohlfahrtseinrichtungen 1894, No. 8, S. 97.

röhren T gewählt, deren Reinigung von oben durch zylindrische Bürsten bewirkt wird, welche mit Bleigewichten belastet sind. Der Staub fällt in den Staubsammelkanal U, aus dem er in den Sack V geschoben wird. Ist genügend Platz vorhanden, so wird man den Staubsammelkasten nach unten trichterförmig gestalten, damit der Staub von selbst in den Sack fällt. Der letztere hängt an einem mit Schieber absperrbaren Blechrohr, damit man einen Sack fortnehmen und einen neuen unterhängen kann, ohne dass Staub nachfällt.

Möller berechnet die Kostenersparnis dieses Systems gegenüber einer Entstaubung, bei welcher die gesamte abgesogene Luft durch frische Luft von aussen ersetzt wird, an einem bestimmten Beispiel, wie folgt: Um einen Textilarbeitsraum hinreichend staubfrei zu erhalten, wird man den ganzen Luftinhalt 3 bis 5mal stündlich absaugen müssen. Nimmt man nur einen dreimaligen Luftwechsel stündlich an, so ergiebt sich für einen Arbeitsraum von 45000 cbm[1]) Inhalt und -15^{0} C Aussentemperatur ein Erfordernis von 1450000 Wärmeeinheiten stündlich, um die stündlich abgesaugten 138000 cbm Luft zu erwärmen. Diese grossen Luftmengen müssten an Rippenheizkörpern von 2000 qm Fläche erwärmt werden, um einen unerträglich kalten Zug zu vermeiden. Dies würde, abgesehen von den Luftkanälen und Rohrleitungen, sowie den Vorgelegen und Riemen für die Ventilatoren, folgende Anlagekosten bedingen:

1. Mit Luftfiltern bei Luftumlauf:	
20 Luftfilter	16220 ℳ
10 Ventilatoren	9500 „
Summa	25720 ℳ
2. Ohne Filter und ohne Luftumlauf:	
Rippenheizkörper	24000 ℳ
150 qm Kesselheizfläche, incl. Mauerung und Armatur	8300 „
10 Ventilatoren	9500 „
Summa	41800 ℳ

Rechnet man in beiden Fällen für Verzinsung und Abnutzung $10^{0}/_{0}$, so ergiebt sich ein jährlicher Kostenaufwand:

1. Mit Luftfiltern bei Luftumlauf:	
Verzinsung und Abnutzung	2572 ℳ
Mehraufwand für den durch Einschaltung der Filter erhöhten Kraftbedarf	300 „
Summa	2872 ℳ
2. Ohne Filter und ohne Luftumlauf:	
Verzinsung und Abnutzung	4180 ℳ
Für Erwärmung der abgesaugten Luft auf 10° (während 6 Monaten 11 Stunden täglich; Dampfpreis für das Kilo 3,15 ℳ)	9356 „
Summa	13536 ℳ
Hiergegen Unkosten für 1.	2872 „
Ersparnis jährlich	10664 ℳ

[1]) Es ist der Luftraum der ziemlich grossen Bielefelder Aktiengesellschaft für mechanische Weberei zu Grunde gelegt, deren Direktor, Herr Viering, auf die Vorteile der Filtrierung und des Luftumlaufs bei Entstaubungsanlagen aufmerksam gemacht hat. Übrigens hat Kohfahl schon 1887 in seiner Abhandlung in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XXXVII, S. 358, ein solches Verfahren angedeutet.

In der vorstehenden Berechnung ist angenommen, dass bei der Zirkulation durch das Filter gar keine frische Luft zutritt. Dies ist natürlich nur in der Weise aufzufassen, dass nicht mehr frische Luft als bisher, wo keine Ventilation und Entstaubung stattfand, in den Arbeitsraum zu gelangen braucht. Es kann deshalb die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um die Wärmetransmission der Wände zu ersetzen und die durch natürliche Ventilation zugeführte Aussenluft zu erwärmen, in der Berechnung ausser acht gelassen werden.

Anhang.

Staubexplosionen.

Es wird allgemein als feststehend angenommen, dass viele der grossen Grubenexplosionen der letzten Jahrzehnte zum wesentlichen Teil auf die Mitwirkung von Kohlenstaub zurückzuführen sind. Zum Beweis hierfür wird angeführt, dass dieselben gerade solche Gruben betrafen, die zu den best ventilierten gehörten und die bis dahin stets als „schlagwetterfrei“ befunden worden waren. Das Gebiet der sogenannten „Staubexplosionen“ beschränkt sich aber nicht auf den Kohlenbergwerksbau. Besonders gefährlich in dieser Beziehung sind die Briquettesfabriken.[1]) In den Russfabriken, wie sie u. a. namentlich im badischen Schwarzwald betrieben werden, sind ebenfalls wiederholt Explosionen vorgekommen,[2]) die als Staubexplosionen aufgefasst werden, und die grossen Explosionen von Mahlmühlen, so z. B. die der Dampfmühle in Hameln, sind noch in aller Gedächtnis. Vereinzelt sind auch Explosionen von Sägemühlen, ja sogar in Zementmühlen beobachtet. Es handelt sich also um die allerheterogensten Staubarten, um Staubarten, die zum Teil, wie z. B. der Zementstaub, vollständig unverbrennbar sind. Dieser Zustand weist schon darauf hin, dass die Entstehungsursachen aller dieser Explosionen, die nur das gemeinsam haben, dass ein staubförmiges Medium als Fortpflanzungsmittel des Explosionsprozesses dient, eben in dieser Staubeigenschaft des explodierenden Stoffes zu suchen ist. Ebenso unmittelbar aber leuchtet auch ein, dass die Staubeigenschaft des die Explosion fortleitenden Mediums zur Erklärung eines grossen Teils, geschweige denn aller beobachteten Staubexplosionen nicht ausreicht. Die Erfahrung lehrt, dass Staub selbst von brennbarem Material nicht so ohne weiteres und unter allen Umständen zur Entzündung und Explosion gebracht werden kann. Wäre dem so, so müssten Staubexplosionen viel häufiger sein, als es in der That der Fall ist.

[1]) Vergl. Oppler, Bericht über die Deut. Allgemeine Ausstellung f. Unfallverhütung II. Bd., II. Hlfte, S. 66.

[2]) Vergl. C. Engler, Chemische Industrie 1885, S. 385.

Die Versuche, eine Erklärung der Ursachen von Staubexplosionen zu finden, datieren schon in die vierziger Jahre zurück. Faraday und Lyell gelangten 1844 bei der Untersuchung einer Explosion auf der Haswell-Grube durch die in den Strecken vorgefundenen Lagen teilweise verkokten Staubes und durch Vergleichung der chemischen Zusammensetzung des letzteren mit derjenigen unverbrannten Staubes zu der Anschauung, dass schlagende Wetter bei der Explosion nicht der einzige Brennstoff gewesen seien, sondern dass ihre Flamme aus dem durch die Luftströmung aufgewirbelten Kohlenstaub grosse Mengen neuen Gases gebildet und dieses gleichfalls zur Explosion gebracht haben, soweit der Sauerstoff der Grubenluft dazu ausreichte. Zu ähnlichen Schlussfolgerungen führte in den beiden folgenden Jahrzehnten eine Anzahl von Wetterexplosionen in Frankreich, wo zuerst du Souich 1855 die Ansicht aussprach, dass der Kohlenstaub die Wirkungen der schlagenden Wetter vermehre, indem er sie weiter trage. Ein hervorragender Anteil an der weiteren Erklärung der Frage kommt dem englischen Bergwerksdirektor W. Galloway zu, welcher von 1878 ab durch eine Reihe eingehender Versuche das Verhalten des Kohlenstaubes sowohl in gewöhnlicher Luft, wie namentlich auch bei Anwesenheit von Grubengas näher ermittelte. Aus seinen ersten Versuchen schloss Galloway, dass Kohlenstaub in gasfreier Luft bei gewöhnlichem Druck und gewöhnlicher Temperatur nicht entzündbar sei, dass er aber, wenn die Luft eine nur ganz geringe Beimengung (weniger als 1 %) von Grubengas habe, eine Explosion hervorrufen könne. Unter gewöhnlichen Verhältnissen wird ein Gemenge von Luft und Grubengas erst explosibel, wenn der Inhalt an Grubengas 6 bis 7 % übersteigt. Spätere Versuche (1881) erweiterten diese Folgerung dahin, dass Kohlenstaub, wenigstens manche Sorten, auch schon in völlig gasfreier Luft durch einen Sprengschuss oder eine örtliche Gasexplosion zur Entzündung gebracht werden kann und dass er gleichzeitig im stande ist, die hierdurch einmal eingeleitete Verbrennung selbständig weiter fortzupflanzen. Ähnliche Ergebnisse hatten eine Reihe anderer englischer Bergingenieure, wennschon die meisten im allgemeinen dem reinen Staube ohne gleichzeitige Anwesenheit von Gas keine so grosse Gefährlichkeit beizumessen geneigt waren. Eine französische Staatskommission, welche alle bekannt gewordenen Erfahrungen in der Kohlenstaubfrage mit grosser Sorgfalt sammelte und einschlagende eigene Versuche anstellte, kam 1882 zu dem Schlussergebnis, dass zwar gewisse Arten Kohlenstaub schon ohne Vorhandensein von Gas entzündet werden können, dass aber eine selbständige Weiterverbreitung der Entzündung auf grössere Entfernungen auch beim Vorhandensein von 2 bis 3 % Gas in der Luft nicht eintritt.

Es standen sich also noch von einander abweichende Auffassungen gegenüber, als die in den Jahren 1884 und 1885 angestellten Versuche der preussischen „Schlagwetterkommission“ eine gewisse Klärung der Frage herbeiführten. In wenige Worte zusammengefasst waren die Ergebnisse derselben die folgenden:[1]) Gegen offenes Licht verhalten sich alle Kohlenstaubarten in gewöhnlicher Luft ganz ungefährlich. Erst bei einem Gasgehalt der Luft von 4,5 % und mehr Grubengas tritt für gewisse Staubarten am offenen Licht Explosion ein. Ganz erheblich anders verhält sich Kohlenstaub, der im Bereich eines gewöhnlichen Schwarzpulver-Sprengschusses vorhanden ist. Bei gewissen Staubarten entsteht beim

[1]) Vergl. den Hauptbericht der Kommission, Berlin 1886, 5 Bde mit Anlagen und einem Atlas.

„Ausblasen“ desselben schon ohne die Anwesenheit von Grubengas eine selbständige Staubexplosion. Von Einfluss auf die Wirkung ist dabei einmal die Feinheit des Kohlenstaubes, andererseits vorwiegend seine chemische Zusammensetzung; Fettkohlen von 16 bis 24% flüchtigen Bestandteilen gaben bei genügender Feinheit des Staubes vielfach Staubexplosionen. Während nun allerdings nur wenige Kohlenstaubarten schon in sich selbst eine Gefahr bieten, tritt beim Vorhandensein von Grubengas innerhalb des Schussbereiches, und zwar bereits bei 2 bis 3% Gasgehalt der Luft, eine solche Gefahr für die grosse Mehrzahl aller Kohlenstaubarten ein. Raschzündende, sogenannte brisante Sprengstoffe erwiesen sich gegenüber Kohlenstaub oder Schlagwettern erheblich weniger gefährlich als das gewöhnliche Schwarzpulver. Eine Kohlenstaubentzündung kann, ebensogut wie durch einen ausblasenden Schuss, auch durch eine Grubengasexplosion veranlasst werden. Daraus erklärt sich die grosse Ausdehnung, welche manche der bekannten Grubenkatastrophen genommen haben, denn die Entzündung von Kohlenstaub oder eine lokale Grubengasexplosion kann sich in direkter Linie oder seitlich auf eine räumlich getrennte Ansammlung von Kohlenstaub oder von explosiblen Gasmengen fortpflanzen, wenn auf dem Wege nur verhältnismässig geringe Mengen von Kohlenstaub vorhanden sind, die als Medium der Fortpflanzung der Explosion dienen.

In den wesentlichen Punkten haben alle diese Versuchsergebnisse der preussischen Kommission durch die im Jahre 1885 seitens der sächsischen Bergbehörde mit etwa hundert Staubarten verschiedener sächsischer Steinkohlengruben ausgeführten Untersuchungen ihre Bestätigung gefunden. Auch die ganz vor kurzem veröffentlichten Berichte einer englischen Kommission[1]) kommen wesentlich zu den gleichen Ergebnissen.

Aber auch die Erklärung der im vorstehenden mitgeteilten thatsächlichen Beobachtungen ist der Kommission durchweg gelungen. Es hat sich ergeben, dass die Mitwirkung des Kohlenstaubes bei Grubenexplosionen in der Hauptsache auf die aus dem Staube bei plötzlicher Erhitzung desselben sich entwickelnden Kohlenwasserstoffgase zurückzuführen ist. Die brennenden Pulvergase, wie sie bei einem ausblasenden Schwarzpulverschuss dem Bohrloche entströmen, wirbeln den in der Nähe befindlichen Kohlenstaub mit Heftigkeit empor, die aufgewirbelten Staubteilchen bleiben mehrere Sekunden lang der Schussflamme ausgesetzt, welche Zeit genügt, um eine Entgasung des Staubes zu ermöglichen. Dass eine solche wirklich stattfindet, beweisen sowohl die entstehenden

[1]) Report made to the Royal Commission on explosions from coal dust in mines by Henry Hall. Presented to both Houses of Parliament. London 1893.

Koksperlen und Kokskrusten, als auch vergleichende Analysen des Staubes und der Koksprodukte. In der Regel werden die Gase, welche sich aus dem glühenden Staube entwickeln, auch sofort verbrennen und hierbei lediglich mehr oder minder grosse Flammenverlängerungen des ausblasenden Schusses verursachen. Einzelne Staubarten dagegen besitzen eine so ungemein leichte Zersetzbarkeit, dass beim Vorhandensein ausreichender Staubmengen und einer genügend starken Anfangsflamme diese sich mit rasch wachsender, blitzartiger Geschwindigkeit weiter verbreitet und dadurch die Bildung wirklich explosibler und auch thatsächlich explodierender Gasgemenge herbeigeführt wird, d. h. dass eine reine Staubexplosion entsteht.

Nach dem Gesagten leuchtet ein, dass die Gefahr bei einem bereits vorhandenen Gehalte der Luft an Grubengas noch erheblich zunimmt. In einem solchen Falle wird einerseits schon die Anfangsflamme des Pulverschusses grösser, als bei völlig gasfreier Luft, und damit die Einwirkung auf den Kohlenstaub energischer, andererseits brauchen aus dem letzteren nur geringe Gasmengen hinzuzutreten, um eine wirkliche Explosion zu liefern. Thatsächlich haben die Versuche der Kommission ergeben, dass solche gemischte Explosionen fast bei allen Kohlenstaubarten und selbst beim niedrigsten Gasgehalte der umgebenden Luft eintreten können, wenn anders die Gesamtmenge der aus Staub und Gasgehalt der Luft sich ergebenden Gase eine gewisse Grenze überschreitet. Kohlenstaub und Grubengas ergänzen sich demnach gegenseitig, um Explosionen zu veranlassen, wenn jedes einzelne von ihnen für sich allein dazu nicht ausreicht. Gerade hierin dürfte aber die grösste Gefahr des Kohlenstaubes für Schlagwettergruben zu suchen sein, da die best ventilierten und selbst solche Betriebspunkte, welche mit der Sicherheitslampe als „schlagwetterfrei“ befunden worden sind, in der Regel immer noch hinlängliche Mengen von Gas enthalten werden, um in Verbindung mit feinem und leicht zersetzbarem Kohlenstaub beim Zusammentreffen ungünstiger Umstände die unheilvollsten Explosionen veranlassen zu können.

Was endlich die Übertragung einer Explosion zwischen räumlich getrennten Ansammlungen von Grubengas oder Kohlenstaub, die sogenannten Doppelexplosionen, anlangt, so dürfte eine solche Übertragung, falls der trennende Zwischenraum völlig frei von Staub und Gas ist, im allgemeinen nur auf Längen möglich sein, welche der Flammenausdehnung der ersten Explosion entsprechen. Allerdings können diese Längen recht bedeutend werden. Sind aber innerhalb des die entzündlichen Ansammlungen trennenden Raumes auch nur unbedeutende Mengen trockenen Kohlenstaubes vorhanden, so erhält dadurch die einmal entstandene Explosionsflamme stetig neue Nahrung und wird dann befähigt, bis auf fast

unbegrenzte Entfernungen hin die in ihrem Laufe sich etwa findenden Gassäcke oder Staubanhäufungen gleichfalls zur Explosion zu bringen.

Die Versuche, für die Entstehung von Explosionen in Mühlen eine Erklärung zu finden, datieren gleichfalls bereits in eine ziemlich frühe Zeit zurück. Als im Jahre 1858 in der Stettiner Walzenmühle eine grössere Explosion stattfand, deren Entstehung unaufgeklärt blieb, gab dieser Fall zu einer Erörterung des Gegenstandes in der Berliner polytechnischen Gesellschaft Veranlassung. Dabei wurde die Vermutung ausgesprochen, es könne die Explosion durch Entzündung alkoholischer Dämpfe entstanden sein, die sich aus dem in der Dunstabzugröhre unter der Einwirkung von Feuchtigkeit entstehenden, in Gärung übergegangenen Kleister gebildet haben. Eine andere Auffassung war die, dass die bei starker Erhitzung des Mahlgutes entstehenden brennbaren Gase eine Explosion herbeiführen können.

Diese und eine Reihe weiterer Erklärungsversuche sind durch eine den Gegenstand nach allen Richtungen erschöpfende Bearbeitung von Prof. Dr. R. Weber als nicht stichhaltig erwiesen, der auf Grund sorgfältiger Experimente in seiner vom Verein zur Beförderung des Gewerbefleisses preisgekrönten Schrift[1]) zu folgenden Ergebnissen gelangt: Alle Mehlarten, und zwar sowohl die direkt der Mühle entnommenen, als auch die in gewöhnlichen Vorratsräumen aufbewahrten, sogar die in feuchten Lokalen gelagerten, können unter Umständen entzündbare Staubgemische liefern. Dasselbe ergab sich bei Versuchen mit Malz-, Reis-, Stärkemehl, mit feingemahlener Kleie, Holzstaub, feinpulverigem Dextrin und ähnlichen Körpern. Die grössere oder geringere Verbrennlichkeit des Mehles, die Intensität des Abbrennens ist, je nach der Art desselben und nach dem Austrocknungsgrade verschieden. In erster Linie von Bedeutung ist aber die Dichte des Mehlstaubes, indem bei einer gewissen Grenze, d. h. bei einem gewissen Minimum des darin enthaltenen Mehles, der Mehlstaub die Eigenschaft verliert, sich von einem Entzündungspunkte aus in seiner ganzen Ausdehnung zu entflammen. Von dieser Dichte ist auch die Heftigkeit des Abbrennens, d. h. die Explosionsgefahr abhängig. Bei geeigneter Dichte des Mehlstaubes kann sich ein Mehlstaubgemisch rasch und vollständig selbst auf grössere Entfernungen hin entzünden. Von einem gröberen Pulver giebt bei gleichem Luftvolumen erst eine grössere Gewichtsmenge einen entflammbaren Staub, während hierzu kleinere Gewichtsmengen sehr fein zerteilter Körper schon genügen. Je leichter verstäubbar ein Mehl ist, desto leichter entzündbare Staubwolken giebt es.

Die Entzündung des Mehlstaubes kann nun sowohl durch eine freie Flamme, als durch feste glühende Körper erfolgen, falls letztere eine genügend hohe Temperatur haben. So können heissgelaufene Maschinen-

[1]) Veröffentlicht in den Verhandlungen des Vereins 1878, S. 83—103.

teile, grössere glühende Stein- oder Metallpartikel, wie solche durch zwischen die Mühlsteine gelangte Eisenteile und andere Ursachen entstehen können, den Mehlstaub entflammen. Nun entstehen Explosionen, wenn leicht brennbare, namentlich viel Gase entwickelnde Körper in geschlossenen Räumen rasch abbrennen. Diesen Bedingungen kann bei dem Entflammen des Mehlstaubes entsprochen werden. Wenn nämlich an sich leicht entzündliche und zugleich leicht verstäubbare Mehlarten durch irgend welche Umstände in Staub von entsprechender Dichte verwandelt und dieser in genügend weiten Räumen angesammelt und entzündet worden, so kann das Abbrennen desselben sich unter so heftigen Wirkungen vollziehen, dass damit die Explosion gegeben ist. Dass durch das Zusammentreffen aller dieser Bedingungen thatsächlich Explosionen herbeigeführt werden, lehrt die Erfahrung.

Wir haben oben gesehen, dass die Explosionsgefahr, welche der Kohlenstaub, der, wie der Mehlstaub, unter Umständen schon an sich explosibel ist, in sich birgt, rapide wächst, wenn selbst kleine Mengen brennbarer Gase hinzutreten, die für sich allein mit der atmosphärischen Luft noch lange kein explosibles Gemenge bilden würden. Was von dem Kohlenstaub gilt, gilt von jeder anderen Staubart, und die Rolle, welche in der Steinkohlengrube das Grubengas spielt, kann unter Umständen in der Mahlmühle oder Sägemühle das Leuchtgas übernehmen, dessen Hauptbestandteile ebenso wie die des Grubengases Kohlenwasserstoffe sind. Es bedarf, damit die erforderliche Menge von Leuchtgas in den Mühlenraum gelangt, gar nicht einmal der Voraussetzung einer Undichtigkeit der Gasleitung, da bekanntlich durchaus nicht immer alles aus dem Brenner ausströmende Gas verbrennt. Die kleinen Gasmengen, die auf diese Weise in den Mühlenraum gelangen können, sind im stande, im Verein mit dem vorhandenen Staub, einen äusserst gefährlichen Explosionsstoff zu bilden, der, mit einem offenen Licht oder einem anderen glühenden Körper in Berührung gebracht, die verheerendsten Wirkungen entfalten kann.

Was die Beseitigung der hier vorliegenden Gefahr anbetrifft, so hat man zwei verschiedene Wege eingeschlagen. Die erste Kategorie der in Anwendung gezogenen Maassnahmen beseitigt das eigentliche Übel — den Staub — nicht, man beschränkt sich darauf, die Möglichkeit seiner Entflammung zu beseitigen, bezw. herabzusetzen. Im Grubenbau stehen diese Maassnahmen vorerst noch im Vordergrund. Wir haben gesehen, dass die Möglichkeit der Entzündung des in der Grube vorhandenen Kohlenstaubes in erster Linie durch die Schiessarbeit gegeben ist. Bei der früher ausschliesslich, jetzt noch hier und da üblichen Verwendung

gewöhnlichen Schwarzpulvers wird durch den lang ausblasenden Schuss der Staub aufgewirbelt und entzündet. Bei den neuerlich mehr und mehr in Aufnahme gelangenden sogenannten brisanten Sprengstoffen ist dies nicht in gleichem Maasse der Fall. Die oben zitierte neueste englische Veröffentlichung weist namentlich auf die günstigen Erfahrungen hin, welche sich beim Sprengen mit Roburit ergeben haben. Es würde daher auf die allgemeine Verwendung derartiger Sprengstoffe an Stelle des Schwarzpulvers hinzuarbeiten sein.

In Mühlen und ähnlichen Etablissements liegt die analoge Gefahr in dem offenen Licht, insbesondere in dem Gaslicht. Als Weber seine oben zitierte Abhandlung schrieb, schlug er vor, statt der offenen Gasflammen nur solche Beleuchtungsvorrichtungen zu benutzen, deren Flammen eingeschlossen und mit Rauchabzugsvorrichtungen versehen sind, die das unmittelbare Herausschlagen der Stichflamme verhindern. Damals hatte das elektrische Licht noch nicht seinen Siegeszug durch die Welt angetreten, dessen immer allgemeinere Einführung in die gewerblichen Arbeitsstätten auch gegen die Gefahren, um die es sich hier handelt, ein hervorragendes Schutzmittel bedeutet. Da wo die Gasbeleuchtung nicht zu umgehen ist, dürfte die Anbringung von Druckregulatoren zu fordern sein, die der Flamme immer nur so viel Gas aus der Rohrleitung zuführen, wie wirklich verbrannt wird. Der Schutzvorrichtungen gegen das Heisslaufen von Maschinenteilen giebt es heute eine ganze Anzahl; ihre den Verhältnissen angepasste Anbringung bietet keine Schwierigkeiten. Gelegentlich könnte in einer Mühle, die mit französischen Mühlsteinen mahlt, eine Explosion durch elektrische Funken hervorgerufen werden, da jene Steine aus einzelnen Teilen zusammengesetzt und durch eiserne, durch den Stein isolierte Eisen- und Stahlreifen zusammengehalten werden, die bei der Drehung und Reibung der Steine positiv und negativ elektrisch werden, so dass Funken überspringen können. Das Schutzmittel dagegen besteht in der Anbringung von Drähten, welche die Reifen verbinden und so einen stetigen Ausgleich der Elektrizitäten bewirken.

Wirkungsvoller und das Übel an der Wurzel angreifend würde ein Verfahren sein, das den Staub selbst beseitigt. Man hat in Bergwerken den Versuch gemacht, den Feuchtigkeitsgehalt der Grubenluft durch das Einblasen von Wasser oder Wasserdampf mit dem einziehenden Wetterstrom zu erhöhen. Nach dem Bericht der Schlagwetterkommission hat dieses Verfahren, ebenso wenig wie das Bestreuen der Strecken mit gemahlenem Steinsalz und zerfliesslichen Kalisalzen einen genügenden Effekt gehabt. Es wird daher die eigentliche Besprengung mit reichlichen Wassermengen empfohlen, die mittels fahrbarer Vorrichtungen

bewirkt wird, insonderheit dürfte zu fordern sein, dass kein Sprengschuss in einer trockenen oder staubigen Bauabteilung abgefeuert wird, bevor nicht die Grubensohle innerhalb des Umkreises, in welchem der Schuss den Staub aufwirbeln könnte, sorgfältig angefeuchtet worden ist. Eben jetzt wird im Schosse der zuständigen preussischen Behörden an dem weiteren Ausbau der hierher gehörigen Maassnahmen gearbeitet.

Vollkommener als dies bislang beim Grubenbau gelungen ist, hat die Aufgabe, Staubexplosionen zu verhüten, im Mühlenbau ihre Lösung gefunden durch die im vorstehenden eingehend beschriebenen Staubsammler, die heute wenigstens in Mahlmühlen fast durchweg eingeführt sind und neben ihren vielen anderen Vorzügen auch den besitzen, das wirksamste Mittel zur Verhütung von Staubexplosionen zu sein.

Über einige speziellere Einrichtungen zur Verhütung von Staubexplosionen in Russ- und in Briquettesfabriken vergl. die betreffenden Abschnitte des IV. Teils.

VI. Abschnitt.

Die zur Fabrik gehörigen Nebenanlagen.

Von Dr. H. Albrecht, Gross-Lichterfelde.

A. Abortanlagen.

Es ist ein längst von der Hygiene allgemein anerkannter Grundsatz, dass kein Bestandteil unserer menschlichen Wohnung einer so sorgfältigen Beachtung bei der Anlage, wie bei der dauernden Instandhaltung bedarf wie der Abort. Um so erstaunlicher ist es, dass die Bedeutung dieses Grundsatzes beim Bau und beim Betriebe gewerblicher Anlagen ganz allgemein noch so wenig gewürdigt wird. Gar nicht selten geschieht in dieser Hinsicht nicht einmal den elementarsten Anforderungen Genüge. Man braucht nur einmal einen beliebigen Jahrgang der Jahresberichte der Fabrikaufsichtsbeamten aufzuschlagen, um überall auf die Schilderung von Zuständen zu stossen, die jeder Beschreibung spotten, und eine wirklich hygienischen Grundsätzen entsprechende Abortanlage ist uns auf unseren Streifzügen durch die mannichfachsten Fabrikbetriebe nur in Ausnahmefällen begegnet. Es gilt vielfach — dafür könnten wir zahlreiche Belege anführen — geradezu als ein Luxus, diesem hygienisch so wichtigen Teil der Fabrikanlage auch nur annähernd die Sorgfalt angedeihen zu lassen, die ihm zukommt, und darum kann an dieser Stelle nicht dringend genug die Forderung erhoben werden, dass die Leiter von Gewerbebetrieben sich endlich allgemein entschliessen mögen, nach rationellen Grundsätzen konstruierte Abortanlagen einzurichten und dauernd in den Forderungen der Hygiene entsprechendem Zustande zu erhalten.

Wenn wir hier auf die Bedingungen eingehen, welche dabei zu berücksichtigen sind, so kann es nicht in unserer Aufgabe liegen, die

Frage der Beseitigung der Fäkalien von allgemeineren Gesichtspunkten aus zu behandeln. Wir müssen uns darauf beschränken, die speziellen Bedürfnisse des Gewerbebetriebes im Auge zu behalten. Es wird ja auch nur in relativ seltenen Fällen bei der Anlage der betreffenden Einrichtungen für ein Fabriketablissement die Wahl des Systems — ob Abfuhr, ob Kanalisation — in Frage stehen. Vielmehr wird man sich in den meisten Fällen gegebenen Verhältnissen anzuschliessen haben, und es wird sich nur um die möglichst zweckmässige und hygienisch richtige Gestaltung der Abortanlage selbst und um die Anordnung der Details handeln. Diese Gesichtspunkte allein wird die nachfolgende Darstellung berücksichtigen.

Morgenstern[1]) formuliert die Forderungen, welche an die Abortanlage einer Fabrik zu stellen sind, etwa so, dass er für jedes Etablissement eine der Summe der beschäftigten Arbeiter entsprechende Anzahl von Aborten verlangt, die, sofern auch Arbeiterinnen bei den betreffenden Betrieben Beschäftigung finden, aus sittlichen Gründen für die Geschlechter getrennt und mit entsprechenden Aufschriften versehen sein müssen. Dieselben sollen nicht in direkter Verbindung mit den Arbeitsräumen stehen, und ein Eindringen der Abortgase in die Arbeitslokale muss verhindert werden. — Wenn wir statt der unbestimmten Formulierung hinsichtlich der Zahl der zu verlangenden Abortsitze die Zahl 25 als Maximum der auf einen Abort kommenden Arbeiter bezeichnen, so können wir diesem Programm zustimmen, allerdings mit einer wesentlichen Erweiterung. Es kommt unseres Erachtens nicht allein darauf an, die Abortgase an dem Eindringen in die Arbeitslokale zu verhindern, von einer richtig angelegten Bedürfnisanstalt muss verlangt werden, dass übelriechende Gase überhaupt nicht in die umgebende Luft gelangen. Es genügt daher nicht, dass die Abortzellen hinreichend ventiliert oder so von den übrigen Räumlichkeiten abgeschlossen sind, dass einem Austreten von Gasen aus der Zelle vorgebeugt ist, die Gase müssen vielmehr verhindert werden, aus dem Aborttrichter selbst in die Luft der Zelle zu gelangen, ganz wie wir im vorigen Abschnitt von einer Schutzvorrichtung gegen die Einatmung von Staub verlangt haben, dass der Staub an seiner Entstehungsstelle abgesogen werde, statt ihn erst in die umgebende Luft eintreten zu lassen und diese dann durch Mischung mit frischer Aussenluft auf den nötigen Reinheitsgrad zu bringen.

[1]) Über Einrichtungen und Schutzvorkehrungen zur Sicherung gegen Gefahren für Leben und Gesundheit der in gewerblichen Etablissements beschäftigten Arbeiter, S. 24. Leipzig 1883.

a. Anordnung des Abortraumes und der Abortsitze.

Um der Anforderung zu genügen, dass die einzelnen Abortzellen nicht in direkter Verbindung mit dem Arbeitsraum stehen, wird es sich empfehlen, dieselben in besondere Vorbauten zu verlegen. Bei mehrgeschossigen Fabrikgebäuden werden sich dazu in vielen Fällen die vorgebauten Treppenhäuser eignen. Ein solches Beispiel ist aus Fig. 1 und 2 (S. 167) ersichtlich. Bei ebenerdigen Fabrikanlagen wird sich in vielen Fällen die Anlage eines langgestreckten Vorbaues empfehlen, der durch einen Vorraum vom Arbeitssaal aus zugänglich ist. Werden Arbeiter verschiedenen Geschlechts in dem Betriebe beschäftigt, so ist für jedes Geschlecht eine vollkommen von der anderen getrennte Abteilung mit besonderem Vorraum einzurichten, wie dies in einem mustergültigen Beispiel in Fig. 250—252 (S. 457) dargestellt ist. Womöglich soll der Vorbau an der Nord- oder Ostseite des Gebäudes angebracht sein, weil an der Süd- oder Westseite gelegene Aborte von der Sonnenbestrahlung ungünstig beeinflusst werden.[1]) In grösseren Betrieben findet man häufig die Aborte in einem besonderen freistehenden Gebäude im Hofe untergebracht (vergl. Fig. 246 u. 247, S. 455). Wenngleich diese Anordnung den Vorzug ausgiebigeren Zutrittes von Luft und Licht zu den Aborträumen hat, so ist dieselbe doch nur da unbedenklich, wo die Art des Betriebes keine ungewöhnliche Erhitzung der Arbeiter bedingt, wo also ein Überschreiten des Hofes bei ungünstiger Witterung nicht Erkältungsgefahr mit sich bringt.

Der gesamte Abortraum — Vorraum einschliesslich der Zellen — soll so konstruiert sein, dass eine Reinhaltung leicht möglich ist. Die Wände des Vorraumes müssen glatt, frei von Nischen, Winkeln u. s. w. sein, damit sich nirgends Staub ansammeln kann. Am besten werden dieselben mit einem glatten Verputz verkleidet und bis zu einer Höhe von etwa 1,50 m mit einem abwaschbaren Anstrich versehen. Der Fussboden muss aus wasserundurchlässigem Material, wie Zement, Asphalt, unporösen Steinplatten u. dergl., bestehen. In stark benutzten Aborten empfiehlt es sich, den Fussboden geneigt anzulegen und an der tiefsten Stelle ein mit Metallsieb und Wasserverschluss versehenes Ablaufrohr für verschüttete Flüssigkeiten und das zum Reinigen gebrauchte Wasser anzubringen. Jeder Abortraum muss hinreichendes Licht durch direkt ins Freie führende Fenster erhalten, die gleichzeitig eine ausgiebige Lüftung des Raumes ermöglichen. Für die Stunden der Dunkelheit ist eine geeignete künstliche Beleuchtung anzubringen.

[1]) Emmerich, Die Wohnung, in v. Pettenkofer und v. Ziemssen's Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten, S. 433. Leipzig 1894.

Jede einzelne Abortzelle ist durch eine vollkommen dichte Wand, die, wenn sie nicht bis zur Decke durchgeführt ist, eine Höhe von mindestens 2 m haben muss, von den Nachbarzellen zu trennen und muss gegen den Vorraum durch eine verschliessbare Thür abgeschlossen sein. Die zur Absonderung der Sitze von einander meist gebräuchlichen Holzwände werden am besten mit einem hellfarbigen Firnisüberzuge versehen. Die hölzernen Wände werden nach Verlust des Anstriches leicht unansehnlich, das Holz zieht an und wird klamm und modrig; auch pflegen die Holzwände beschrieben und beschnitten zu werden. Alle diese Übelstände werden vermieden durch eine Konstruktion der Abortzellen, wie sie vor kurzem in einem Erweiterungsbau der Reichsdruckerei in Berlin ausgeführt ist und wie sie zur Nachahmung nur dringend empfohlen werden kann.

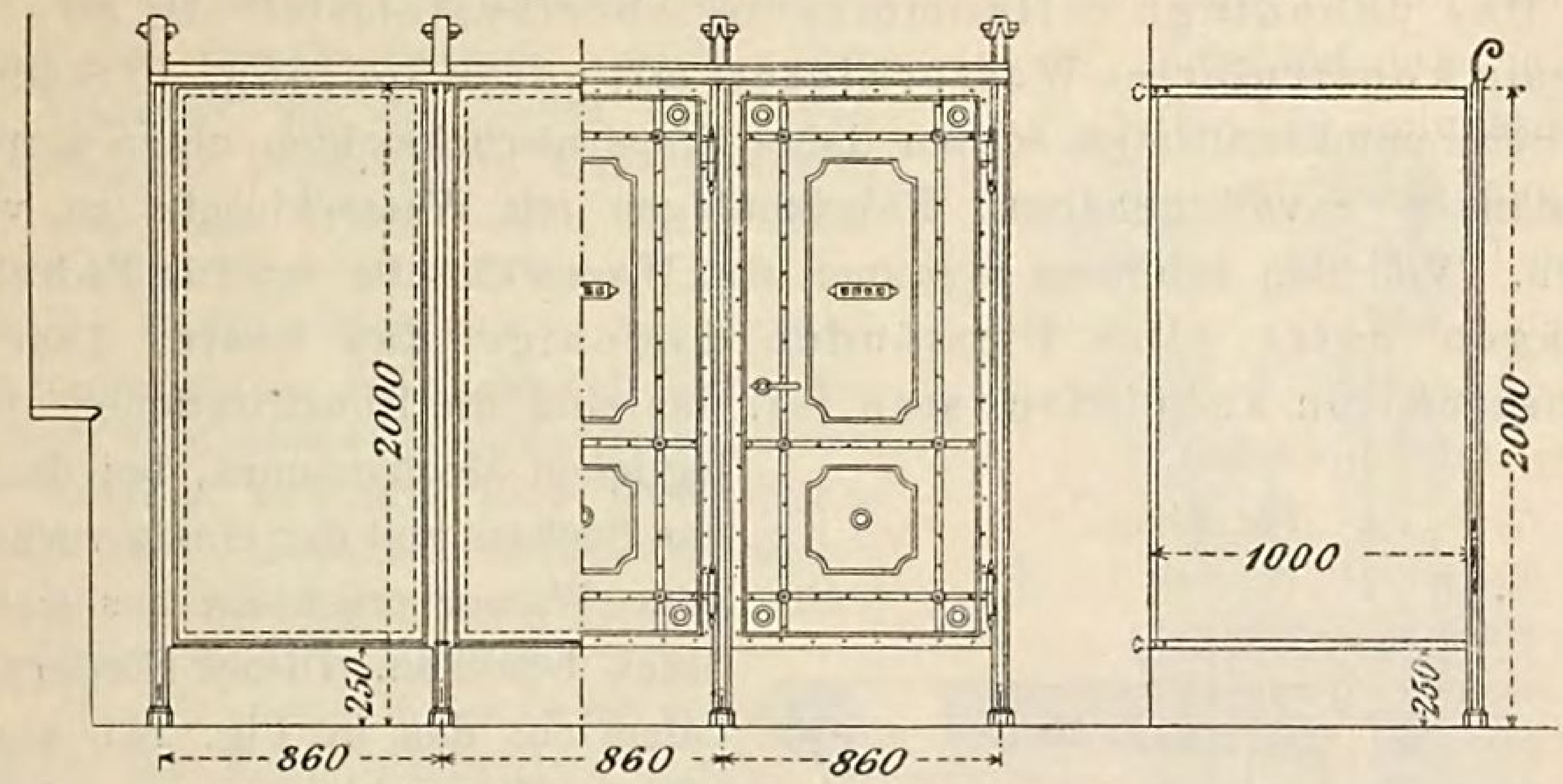
Wie aus Ansicht und Schnitt Fig. 235 und 236 und den Detailzeichnungen Fig. 237 bis 240 ersichtlich ist, besteht die Konstruktion aus Eisen, das an der Innenseite einen rauhen Anstrich erhalten hat, der ein Beschreiben wenigstens sehr erschwert. Zu den inneren Scheidewänden sind Platten aus geöltem Schiefer oder aus undurchsichtigem Rohglas verwandt, die ebenfalls einer Beschädigung und Besudelung weniger zugänglich sind als Holzwände und gleich den Eisenteilen leicht gereinigt werden können.

Die verbreitetsten Abortsitze sind die sogenannten Kastensitze, bei denen ein meist würfelförmiger Holzkasten den eigentlichen Aborttrichter umkleidet (vergl. Fig. 244, 245, 246). Da solche Kastenumhüllungen meistens nicht geöffnet werden können und ein dauernd hermetischer Abschluss gegen den Rand des Trichters schwer herzustellen ist, sammeln sich hinter denselben mit der Zeit grosse Mengen von Staub an, der, häufig mit Urin durchtränkt, einen günstigen Nährboden für Fäulnisbakterien darstellt, durch deren Lebensthätigkeit die Luft der Abortzelle beständig durch riechende Gase verunreinigt wird. Infolgedessen sind diese unzugänglichen Räume eine ständige Quelle von Gestank und sehr häufig die „unbegreifliche“ Ursache übler Gerüche in sonst ganz rein gehaltenen und gut gelüfteten Aborträumen. Kastensitze sind daher immer als unhygienische Einrichtungen zu bezeichnen.[1]) Rationeller ist es schon, den Trichter einzumauern, wie dies bei der in Fig. 242 abgebildeten Anlage geschehen ist; dabei ist aber eine sorgfältige Ausführung in Zementmauerwerk unerlässliche Bedingung. Zweckmässiger ist es, freistehende Klosettbecken mit fest aufgeschraubtem hölzernen Sitzrande anzuordnen, bei denen das zuviel gespendete Wasser nur über den Sitzrand abfliessen und die Nässe des Fussbodens nicht unbemerkt bleiben kann. Solche gusseiserne Standklosetts werden in billiger Ausführung

[1]) Emmerich a. a. O. S. 434.

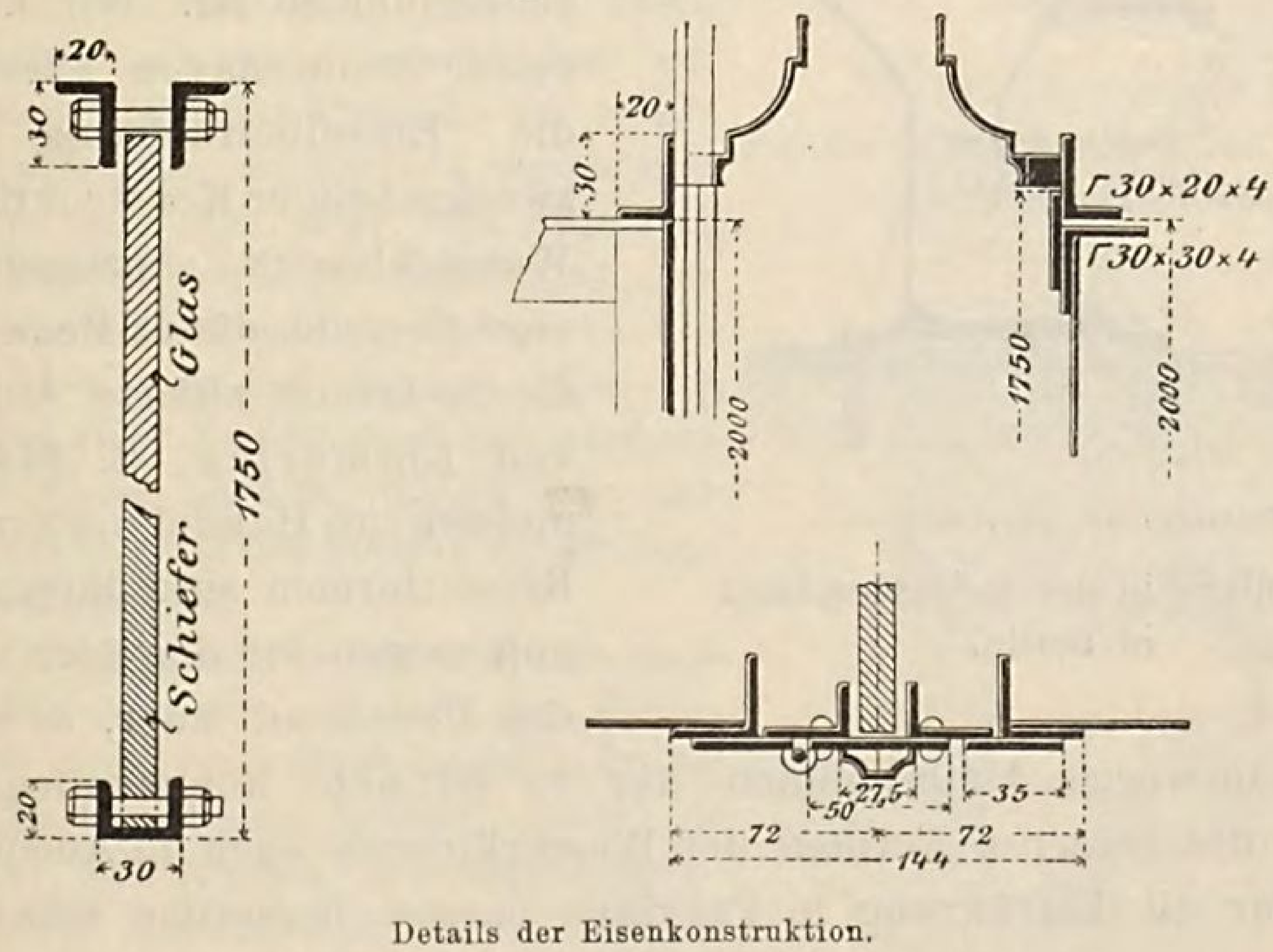
u. a. von den Lüneburger Eisenwerken hergestellt und sind in der in Fig. 241 (S. 452) dargestellten Ausführung in der bereits erwähnten Abortanlage der Reichsdruckerei in Berlin aufgestellt. Das Klosett steht auf einer viereckigen Grundplatte und ist mittels vier Messingschrauben auf

Fig. 235. Fig. 236.



Innenansicht. Vorderansicht. Schnitt.

Fig. 237 bis 240.



Details der Eisenkonstruktion.

Abortanlage in der Reichsdruckerei in Berlin.

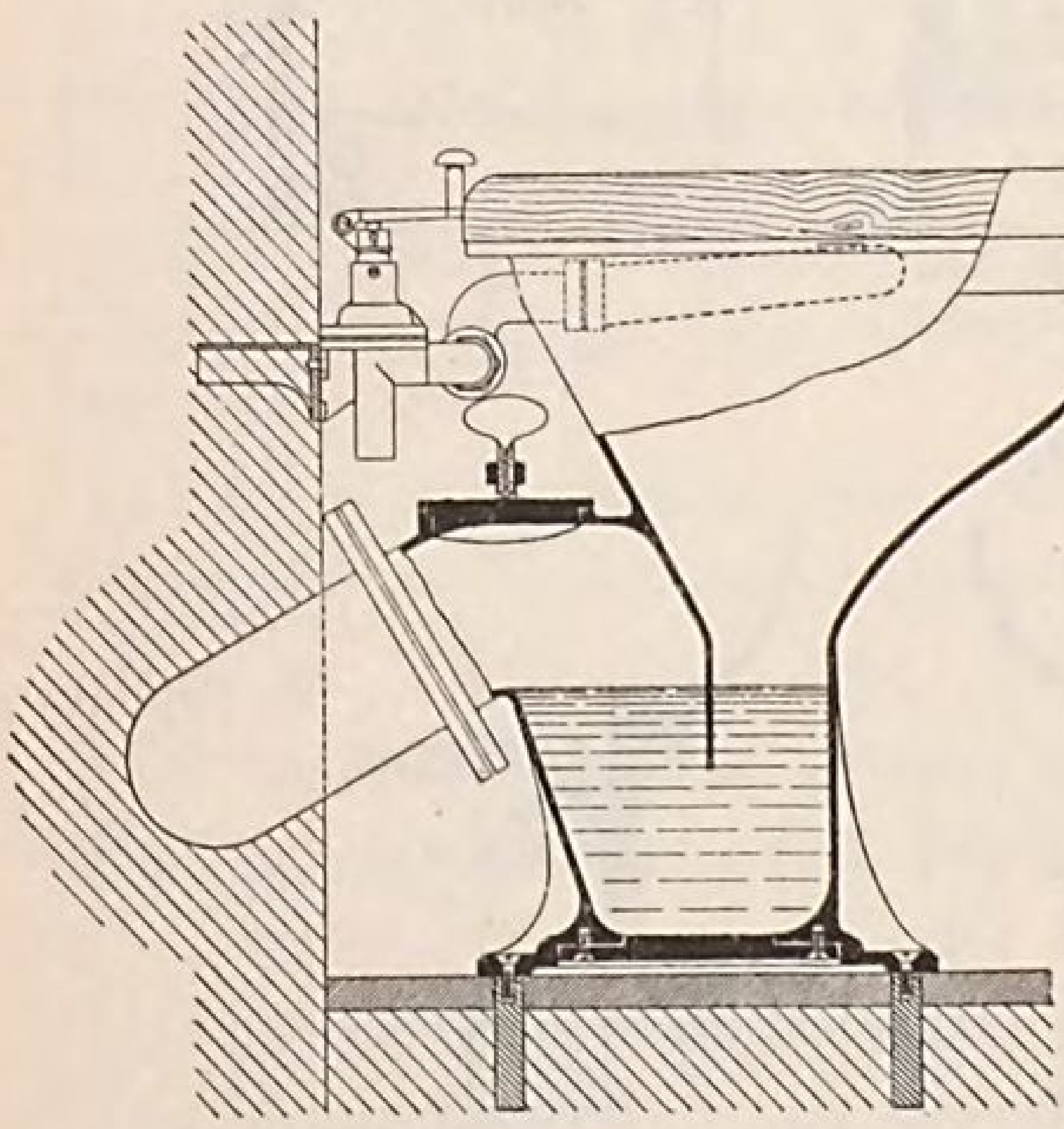
vier in die Platte eingelassenen Messingdübeln befestigt. Der schmale ringförmige Sitz, wie er bei dieser Anordnung vorgesehen ist, bildet zugleich das wirksamste Mittel gegen Verunreinigungen des Sitzbrettes durch die weitverbreitete Unsitte des Hinaufstellens auf dasselbe und macht alle anderen Hinderungsmittel dagegen, wie die nach vorn geneigte Anord-

nung des Sitzbrettes (Fig. 246), die Anbringung eines Bretterverschlages über dem Sitzbrett (Fig. 244) u. s. w. überflüssig.

b. Die verschiedenen Systeme von Abortanlagen. Lüftung der Aborte.

Das unbedingt vollkommenste Abortsystem ist ein zweckmässig konstruiertes Wasserklosett mit guter Spülung. In Städten mit Schwemmkanalisation sollten daher Ersparnisrücksichten unter keinen Umständen davon abhalten, Fabrikanlagen mit Wasserklosetts zu versehen. Von den zahllosen Systemen von Wasserklosetts ist für Fabrikanlagen unter allen Umständen dasjenige das beste, dessen Konstruktion am einfachsten ist, das sind die Konstruktionen ohne jeglichen Mechanismus, bei denen das Becken und der einzig vorhandene Wasserverschluss aus einem Stück bestehen. Dieser Forderung entspricht das in Fig. 241 abgebildete Wasserklosett, das daher auch aus diesem Grunde durchaus zu empfehlen ist. Wir können an dieser Stelle davon absehen, auf die Einzelbetrachtung anderer zweckmässiger Konstruktionen von Wasserklosetts einzugehen und verweisen in dieser Beziehung auf die mehrfach zitierte Abhandlung von Emmerich, S. 444 ff. Die meisten im Handel vorkommenden Klosettformen sind ihrer Ausführung wegen für den hier vorliegenden Zweck zu teuer, es wäre aber ein dankenswertes Unternehmen der in Betracht kommenden Firmen, wenn sie die besseren Formen der Wasserklosetts auch in Ausführungen, wie sie für die Einführung in Fabriken passen, herstellen würden.

Fig. 241.



Freistehender Aborttrichter.

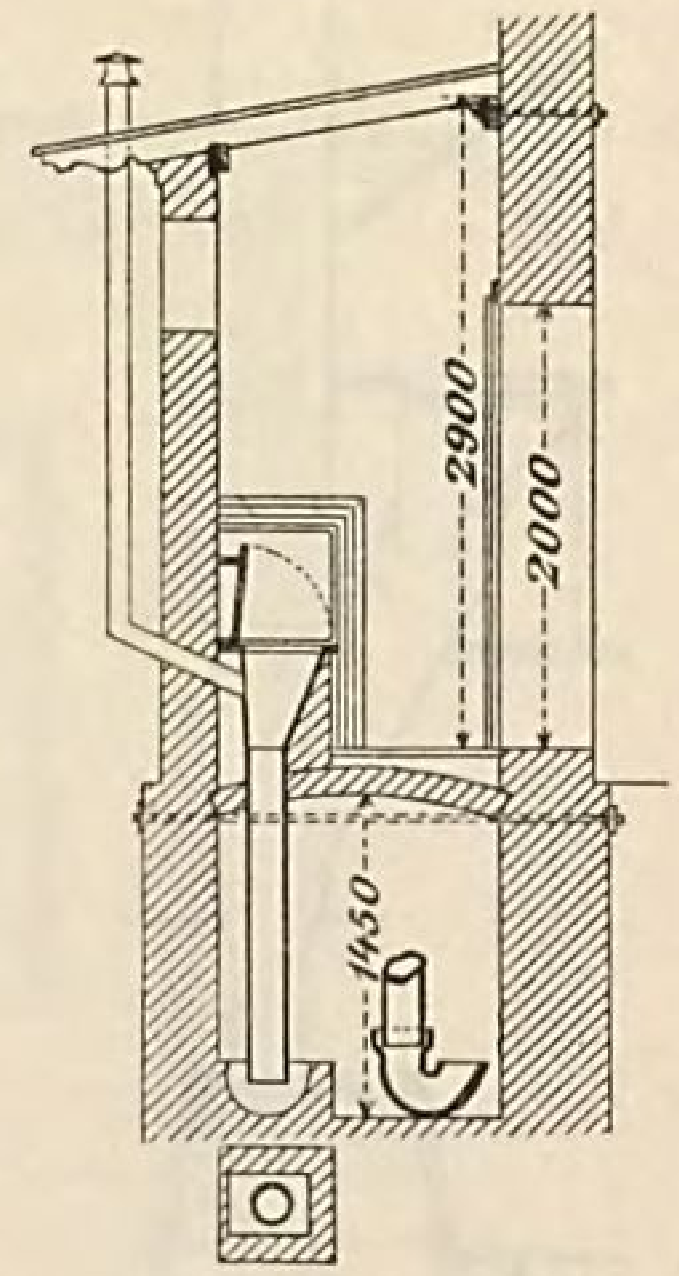
Abortanlage in der Reichsdruckerei in Berlin.

Leider verbietet sich die allgemeine Einführung von Wasserklosetts durch den Umstand, dass die meisten Fabrikanlagen in kleineren Orten ohne Schwemmkanalisation oder so weit von den Städten entfernt liegen, dass der Anschluss an die Kanalisation nicht möglich ist. In diesem Falle wird man auf eins der anderen Systeme — Gruben- oder Tonnenanlage — zurückgreifen müssen. Für das Grubensystem ist

die wesentliche Hauptbedingung eine nach allen Seiten — auch nach oben hin — vollkommen wasser- und möglichst luftdicht abgeschlossene Grube, die nach den bekannten Grundsätzen in Zementmauerwerk und mit Zementverputz herzustellen ist. Den Abschluss gegen den Aborttrichter bildet ein zweckmässig eingerichteter Kotverschluss.

Bei der in Fig. 242 gezeichneten Abortanlage ist derselbe dadurch erreicht, dass das senkrecht bis zum Boden der Grube herabsinkende Abfallrohr in eine gemauerte und zementierte Mulde taucht, deren Rand etwas höher liegt als das untere Ende des Rohres. Dasselbe lässt sich — wie daneben gezeichnet ist, — durch einen U-förmig gebogenen Thonkrümmer erreichen. Da man durch das senkrecht abfallende Rohr leicht durchstossen kann, lassen sich durch etwa hineinfallende Gegenstände hervorgerufene Verstopfungen unschwer beseitigen.

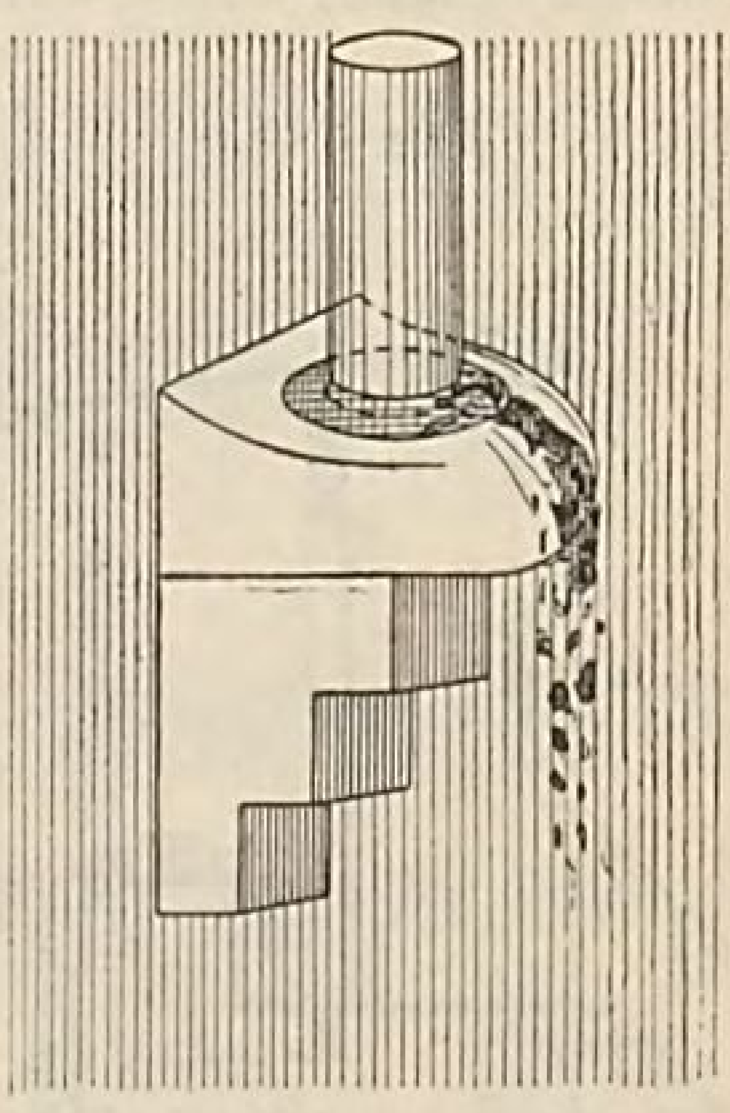
Fig. 242.



Gruben-Abortanlage in der mechanischen Weberei von F. Brandts in München-Gladbach.

Da sich am Boden der Grube durch Eindickung des Kotes, Papierfetzen u. s. w. oft Verstopfungen bilden, ist es zweckmässiger, den Kotverschluss im oberen Teil der Grube anzubringen. Auch hier kann derselbe durch einen aufwärts gebogenen Thonkrümmer gebildet werden. Haltbarer dürfte die von Nussbaum[1]) empfohlene, in Fig. 243 dargestellte Konstruktion sein, der unter dem Abfallrohr ein glattwandiges Gefäss aus Zementguss oder Steingut mit Überlauf anbringt, in welches das Abfallrohr etwa 5 cm tief eintaucht. Das Gefäss ruht auf einer Mauerkonsole und wird zunächst mit Wasser gefüllt, welches dann entsprechend der allmählichen Füllung mit flüssigen Exkrementen abfliesst.

Fig. 243.



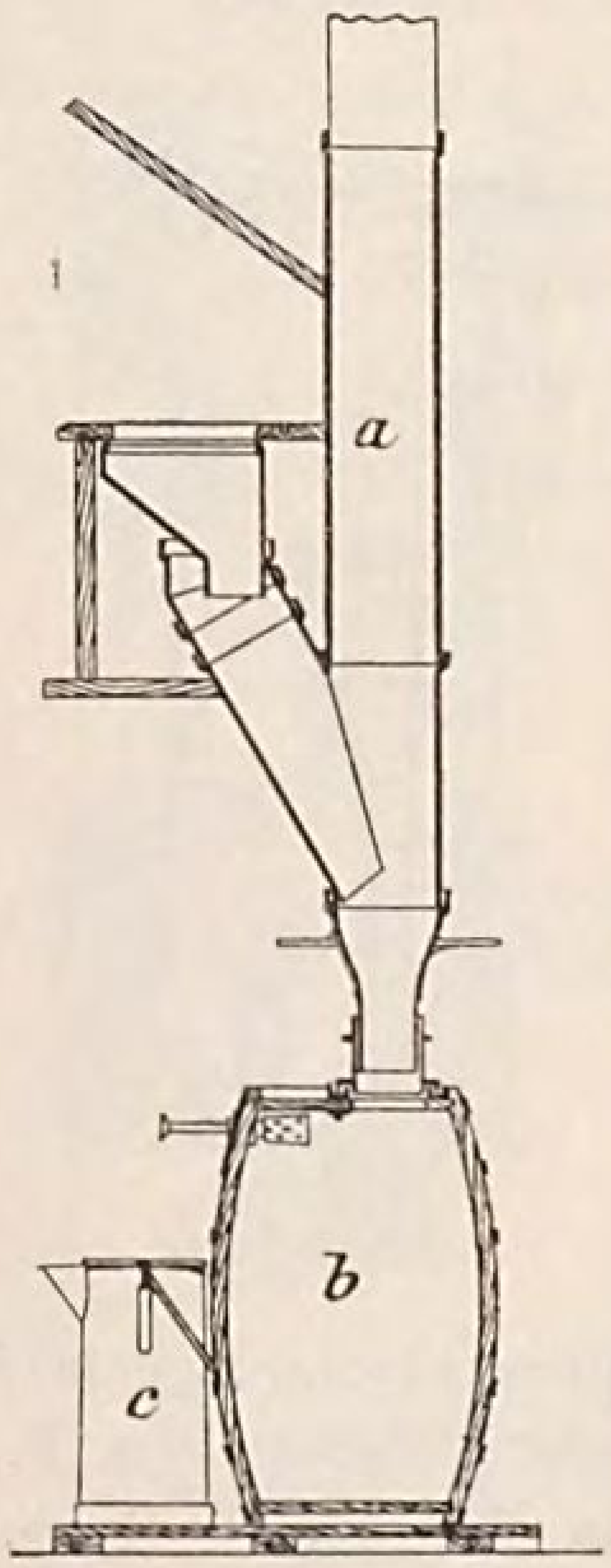
Kotverschluss nach Nussbaum.

Statt der gemauerten Grube hat man auch wohl als Reservoir zur Aufnahme der Exkremente einen alten, durch untergemauerte Pfeiler unterstützten Dampfkessel benutzt, welcher in einem unter den Aborten befindlichen überwölbten Raum untergebracht wurde und in welchen man die Abfallrohre münden liess. Ein Beispiel einer solchen Anlage ist in dem Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung, Band I, S. 825, abgebildet.

[1]) Schriften der Zentralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen No. 1, S. 59. Berlin 1892.

Das Tonnensystem verwendet statt der festen, gemauerten Grube, deren Inhalt zeitweilig — am besten durch ein Pumpwerk — entleert wird, bewegliche Gefässe, die, wenn sie gefüllt sind, mitsamt ihrem Inhalt entfernt und erst an der Stelle entleert werden, wo die Exkremente als Dünger Verwendung finden.

Fig. 244.



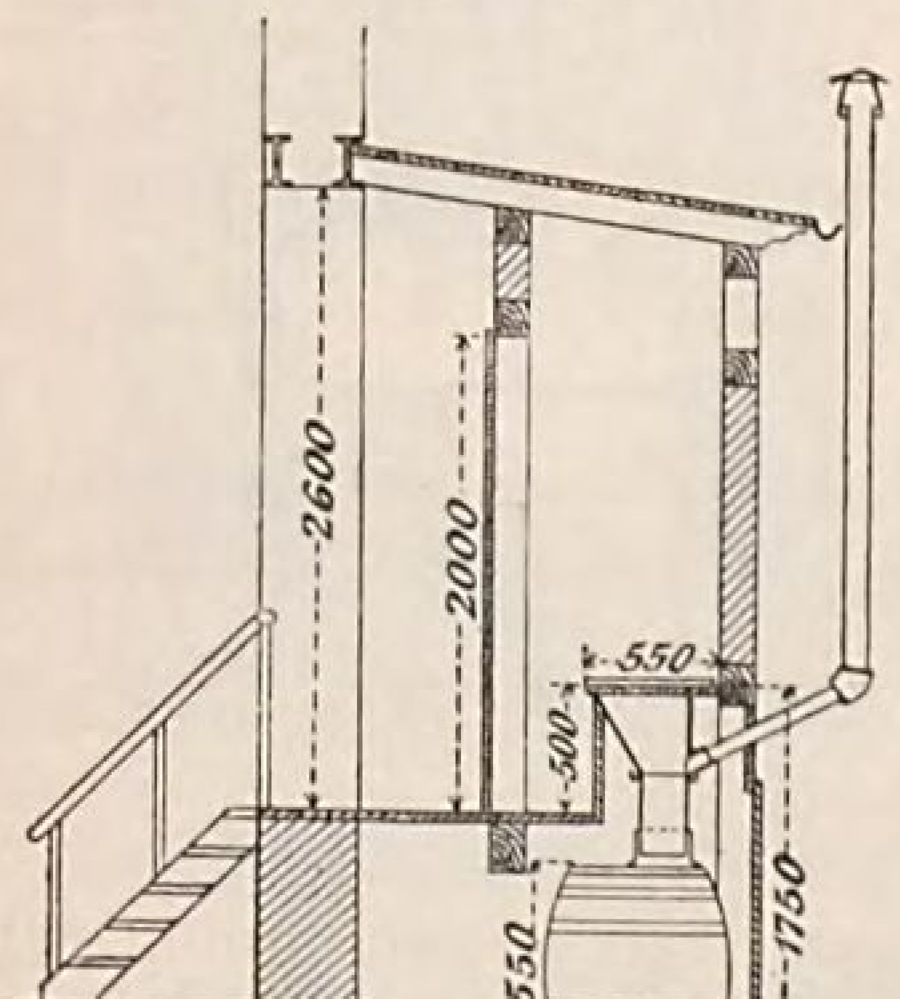
Tonnen-Abortanlage auf dem Werkstättenbahnhof Grunewald.

Eine einfache und zweckmässige Anordnung dieser Art ist in Fig. 244 dargestellt. Der Aborttrichter steht durch ein Verbindungsstück mit dem Fallrohr a in Verbindung, welches senkrecht auf die Tonne b aufgesetzt und mit dieser durch einen Schieber in Verbindung gebracht ist, der einen festen Abschluss zwischen Rohr und Tonne herstellt, welcher indessen behufs Entfernung der letzteren leicht gelöst werden kann. Die Tonne hat oben ein Überlaufrohr, durch welches, sobald dieselbe gefüllt ist, Flüssigkeit in das nebengestellte Gefäss c läuft, wodurch angezeigt wird, dass die Tonne abgefahren werden muss.

Bei der in Fig. 245 gezeichneten Anlage läuft die fahrbar gemachte Tonne auf Schienen und kann auf diese Weise leicht aus ihrem Aufstellungsraum abgefahren werden. Damit dies zur ebenen Erde geschehen kann, sind zu dem Abortraum einige Stufen emporgeführt.

Statt unter jedem einzelnen Abortsitz eine kleinere Tonne anzubringen, ist es auch angänglich, einen grösseren fahrbaren Behälter, einen Tonnenwagen, so anzuordnen, dass in ihn gleichzeitig die Abfallrohre mehrerer Aborttrichter münden. Eine solche Anlage ist im Bürgerlichen Brauhause in Pilsen ausgeführt und im Gesundheitsingenieur 1889, No. 17 abgebildet. Der Grundriss des Abortgebäudes ist hier polygonal angeordnet. Die einzelnen Sitze gruppieren sich fächerförmig um den Mittelpunkt. Die sämtlichen Becken, ebenso wie der Ablauf des angebauten Pissoirs münden in ein Sammelbecken, das mittels eines kurzen Rohrstutzens in den untergestellten eisernen Latrinenwagen mündet, der mit Benutzung von vorhandenen Höhendifferenzen des Terrains aus seinem Gewölbe direkt abgefahren werden kann.

Fig. 245.

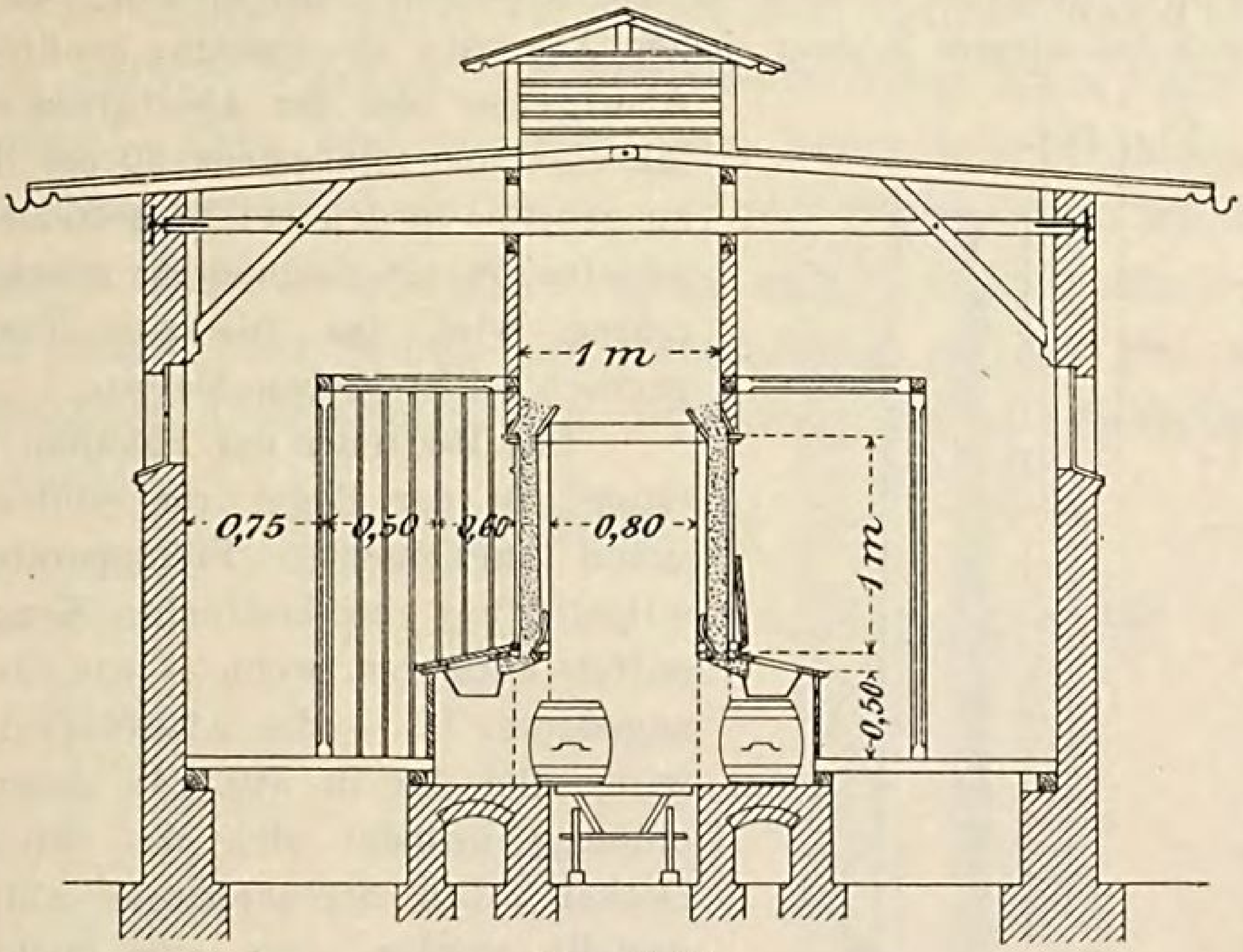


Tonnen-Abortanlage in der Weberei von Coenen & Wolters in Odenkirchen.

In neuerer Zeit finden mehr und mehr die Torfmullklosetts Eingang

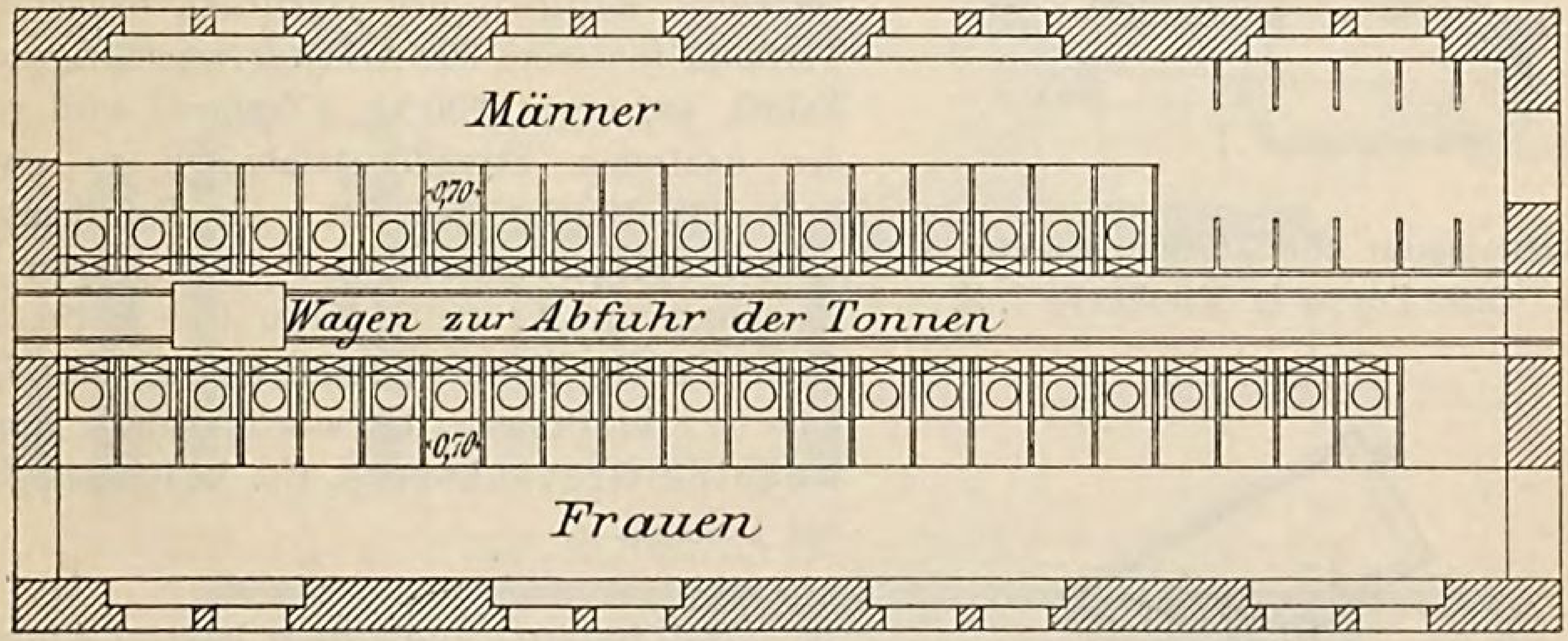
in Fabriken und bewähren sich hier ausserordentlich. Dass der Torfmull, neben seinem grossen Aufsaugungsvermögen für Flüssigkeiten, in hohem Maasse die Eigenschaft besitzt, den Fäkalstoffen den üblen Geruch zu nehmen, ist anerkannt. Das Torfmull-Fäkalgemisch besitzt nicht einmal ein ekelhaftes Ansehen und bildet einen vortrefflichen Dünger, der

Fig. 246.



Querschnitt.

Fig. 247.



Grundriss.

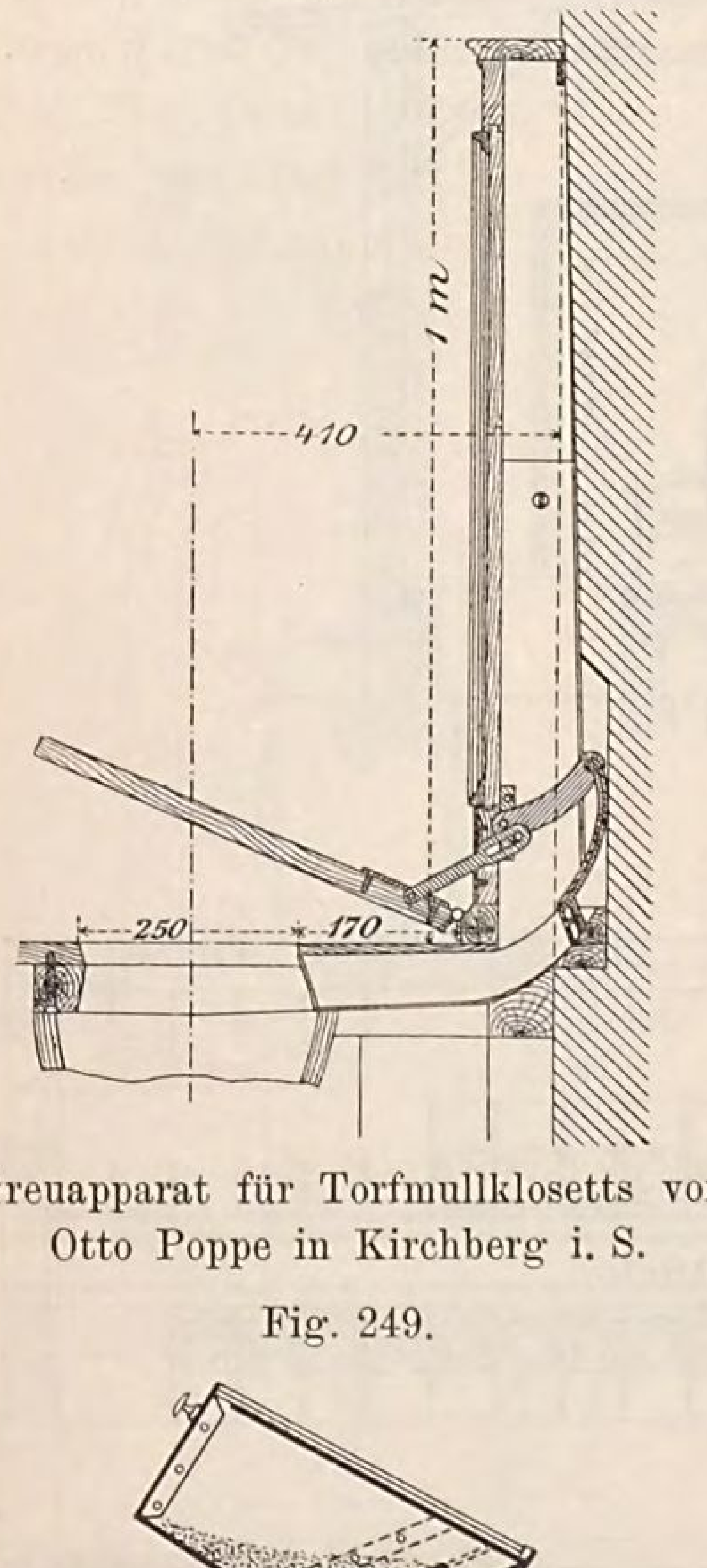
Torfmull-Abortanlage in der mechanischen Weberei von H. B. Neugebauer in Langenbielau, ausgeführt von Otto Poppe in Kirchberg i. S.

in der Regel von den Landwirten gern für einen Preis abgenommen wird, welcher die Anlage- und Betriebskosten einer solchen Abortanlage deckt. Es empfiehlt sich, die Torfmullaborte mit einem Tonnensystem in Verbindung zu bringen, wie dies bei der durch Fig. 246 und 247 zur Darstellung gebrachten Anlage in sehr zweckmässiger Weise geschehen ist.

In dem freistehenden Abortgebäude sind zwei Reihen von Abortzellen — die eine Seite für Männer, die andere für Frauen — mit der Rückseite einander zugekehrt derart angeordnet, dass dazwischen ein 1 m breiter Gang frei bleibt. Von diesem Gange aus wird die regelmässige Füllung der hinter den Abortsitzen angebrachten Streuapparate, sowie die Entfernung der unter den Abortsitzen aufgestellten Tonnen bewirkt. Zu dem letzteren Zwecke läuft in dem Gange auf einem Geleis ein Wagen, der mit dem Stand der Tonnen eine Höhe hat. Der Gang ist durch einen Firstaufsatz gelüftet.

Befinden sich mehrere Aborte in verschiedenen Stockwerken übereinander, so empfiehlt es sich bei diesem System, jedem Abortsitz ein eigenes, senkrecht auf dem Abortgefäss oder der Abortgrube stehendes Abfallrohr von mindestens 30 cm lichter Weite zu geben. In den bei Wasserklosetts üblichen schiefen, in ein Sammelrohr mündenden Zweigrohren wird das trockene Torfmull-Fäkalgemisch leicht kleben bleiben.

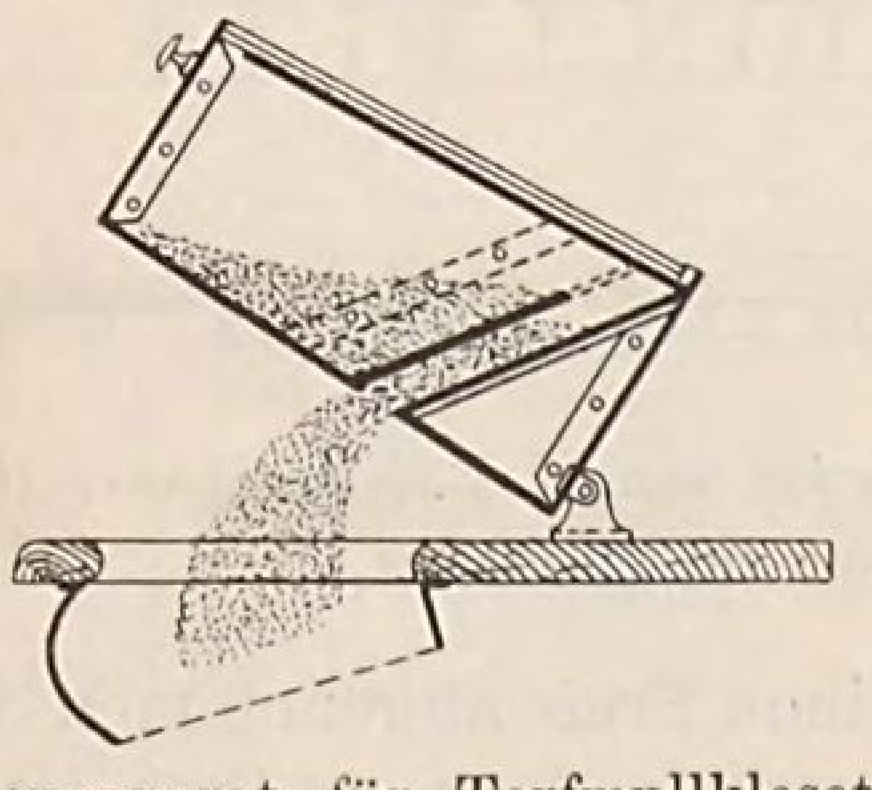
Fig. 248.



Streuapparat für Torfmullklosetts von Otto Poppe in Kirchberg i. S.

Das Bestreuen der Fäkalien mit Torfmull erfolgt in der Regel von hinter den Abortsitzen angebrachten Füllapparaten aus, die selbstthätig eine bestimmte Menge des Streumittels entleeren, wenn — wie dies in Fig. 248 angedeutet ist — der Abortdeckel verschlossen wird. Bei der in Fig. 249 dargestellten Anordnung befindet sich das Streumaterial im Deckel. Die Streuapparate sollten so eingestellt werden, dass eine reichliche Menge, d. h. etwa 40 bis 60 g des Streumittels auf eine Entleerung kommt. Bei dieser Streumenge berechnet Kluge[1]) den jährlichen Bedarf an Torfmull für seine 300 Arbeiter beschäftigende Fabrik auf etwa 6000 kg. Torfmull wird von den deutschen Streuklosettfabriken zu etwa 3 M. für 100 kg geliefert. Als Fabrikanten solcher Anlagen nennen wir: Otto Poppe in Kirchberg in S., C. H. Kleucker & Co. in Braunschweig, Torfmullklosett-Fabrik von Carl Fischer in Bremen, Chemische Fabrik vorm. Rudolph Grevenberg & Co. in Hemelingen bei Bremen.

Fig. 249.



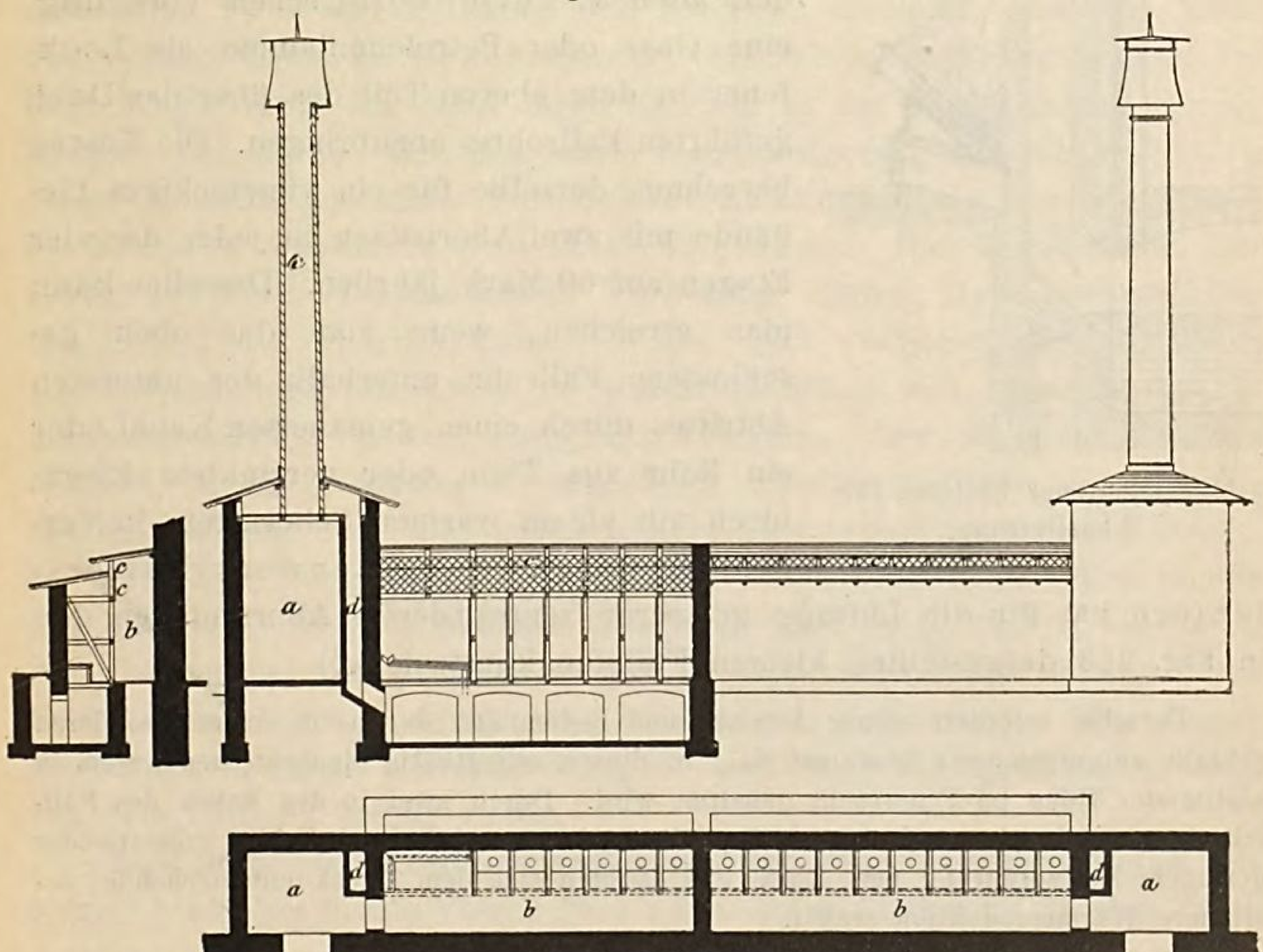
Streuapparat für Torfmullklosetts von Rudolph Grevenberg & Co. in Hemelingen.

Bei jedem, auch dem besten Abortsystem bedarf es indessen, um vollständige Geruchlosigkeit zu erzielen — wie wir oben bereits angedeutet haben — noch besonderer Vorrichtungen, um zu verhindern, dass Gase durch den Deckel in den Abortraum austreten. Selbst bei

[1]) Mitteilungen des gewerbe-hygienischen Museums in Wien No. XLIV und XLV.

dem durch einen Wasserverschluss gegen die Kanalleitung abeschlossenen Wasserklosett werden die unmittelbar bei der Benutzung des Aborts erzeugten Gase besondere Maassnahmen zu ihrer Abführung erfordern, wenn sie an der Verbreitung im Abortraum verhindert werden sollen. Indessen kann für den uns beschäftigenden Fall, eine sonst gute Konstruktion des Wasserklosetts vorausgesetzt, auf derartige kompliziertere, immerhin teuere Einrichtungen verzichtet und einfach das Fallrohr über den Dachfirst geführt werden, um den Gasen einen Abzug aus der Grube zu ermöglichen. Eine viel wesentlichere Bedeutung erhalten derartige Lüftungseinrichtungen bei dem Gruben- und Tonnensystem, wo der Wasserabschluss gegen den Aborttrichter fehlt und letzterer direkt mit dem Grubeninhalt bezw. der Tonne in Verbindung steht. Bei den weiter oben beschriebenen Abortanlagen ist durchweg auf eine derartige Lüftung Rücksicht genommen.

Fig. 250 bis 252.



Querschnitt. Längsschnitt, Ansicht und Grundriss.

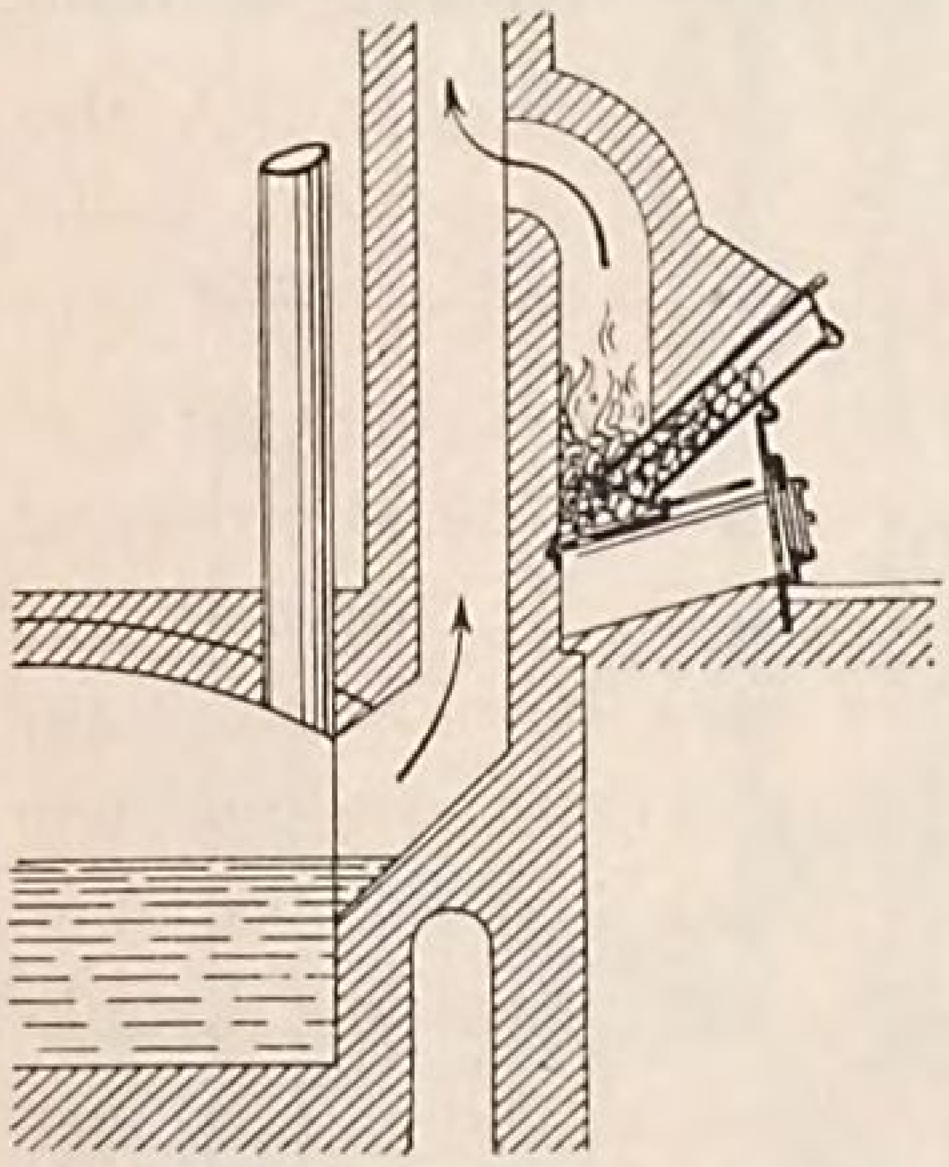
Abortanlage in der Spinnerei von Websky, Hartman & Wiesen in Wüstewaltersdorf.

Bei der in Fig. 244 abgebildeten Tonnenanlage soll das über das Dach hinausgeführte Rohr a zur Entlüftung der Tonnen dienen. Fig. 242 und 245 veranschaulichen eine etwas andere Anordnung, indem ein besonderes, mit einem Saugkopf versehenes Rohr unterhalb des Sitzbrettes in den Aborttrichter mündet und bis über das Dach des Abortgebäudes geführt ist. Wir geben in Fig. 250 bis 252 noch eine weitere,

ihrer guten Grundrissanordnung wegen bereits oben (S. 449) erwähnte Anlage wieder, in welcher der gleiche Zweck in ähnlicher Weise angestrebt ist. Der Weg, den die Luft hier nehmen soll, ist folgender: aus dem Freien tritt Luft durch die Drahtfenster c, welche über den Zellen liegen, in den Gang b der Abortanlage ein. Von da geht sie durch die eventuell offenstehenden Brillen in die Senkgrube, von wo sie durch den Kanal d in die mit Wolpert'schen Saugern gekrönten Saugtürme e gelangt. Bei richtigem Funktionieren der Anlage würde es also ausgeschlossen sein, dass Gase aus dem Aborttrichter aufsteigen, weil die Luft ihren Weg stets nur in die Brillen hinein, nicht aus denselben heraus nehmen kann.

Wir haben indessen weiter oben (S. 347) gesehen, dass die Wirkung solcher Saugköpfe eine recht unsichere ist, und wenn es sich um die Forderung einer allezeit zuverlässigen Abortlüftung handelt, werden wir uns nach einer motorischen Kraft umsehen müssen, die sicherer den gewollten Zweck erfüllt. Sehr einfach geschieht dies durch den alten v. Pettenkofer'schen Vorschlag, eine Gas- oder Petroleumflamme als Lockfeuer in dem oberen Teil des über das Dach geführten Fallrohres anzubringen. Die Kosten berechnet derselbe für ein vierstöckiges Gebäude mit zwei Abortsitzen in jeder der vier Etagen auf 60 Mark jährlich. Dasselbe kann man erreichen, wenn man das oben geschlossene Fallrohr unterhalb des untersten Abtrittes durch einen gemauerten Kanal oder ein Rohr aus Thon oder verzinktem Eisenblech mit einem warmen Schornstein in Verbindung bringt. Das Eisenwerk Kaiserslautern hat für die Lüftung grösserer zentralisierter Abortanlagen den in Fig. 253 dargestellten kleinen Füllofen konstruiert.[1])

Fig. 253.



Kaiserslautener Füllofen für Abortlüftung.

Derselbe erfordert wenig Aufsicht und Bedienung, da das in einem besonderen Schacht aufgespeicherte Brennmaterial, in diesem selbstthätig hinabrutschend, stets in bestimmter Höhe im Feuerraum gehalten wird. Durch zwei in den Ecken des Füllschachtes angebrachte dreieckige Luftzuführungskanäle wird eine beliebige grössere oder geringere Luftzuführung zum Roste und dadurch eine dem Zweck entsprechende, bestimmte Wärmeproduktion erzielt.

Von allen komplizierteren Anordnungen nehmen wir, als für unseren Zweck ungeeignet, keine Notiz.

Zum Schluss sei hier noch eindringlich darauf hingewiesen, dass auch der besteingerichtete Abort Schwamm und Seife ebenso

[1]) Vergl. Emmerich a. a. O. S. 471.

wenig entbehren kann, wie die Personen, die ihn benutzen.[1]) Es ist erstaunlich, wie wenig dieser doch so unmittelbar einleuchtende Grundsatz in den Fabrikbetrieben Eingang gefunden hat! Zu Epidemieenzeiten ist das beste und billigste Desinfektionsmittel für Aborte ein ausreichender Zusatz von Kalkmilch zu dem Grubeninhalt. Mit Kalkmilch sind auch die Pissoirwände und -Rinnen zu bestreichen. Die Abortsitze wasche man mit dem bekannten Karbol-Seifengemisch (3 Teile Schmierseife in 100 Teilen heissen Wassers gelöst, dazu 3 bis 5 Teile rohe Karbolsäure).

B. Umkleideräume, Wasch- und Badeeinrichtungen.

Die ausführlichen Darlegungen des I. Abschnittes, namentlich der Abschnitte F, G und H, haben den Nachweis erbracht, dass eine Reihe der gefährlichsten im Gewerbebetrieb vorkommenden Erkrankungen auf dem Wege durch die Haut ihren Eingang in den menschlichen Körper finden. Die daraus sich ergebende Schlussfolgerung für die Verhütung dieser Krankheiten lautet: peinlichste Sauberkeit in Bezug auf die Person des Arbeiters und seine Kleidung. Die Maassnahmen zur Erfüllung dieser fundamentalen Forderung bilden einen wesentlichen Bestandteil der Fabrikhygiene. Wollte man dieselben der häuslichen Gesundheitspflege überlassen, so würde die Folge sein, dass die krankmachenden Stoffe, an dem Körper des Arbeiters, bezw. an seinen Kleidern haftend, in die Wohnungen verschleppt würden und hier die Ursache der Erkrankung der Familienangehörigen des Arbeiters werden könnten. Zu einer Zeit, wo man an die Erfüllung dieser Forderung selbst in den mit direkten Giften arbeitenden Betrieben noch nicht dachte, war z. B. die Phosphornekrose nicht allein das traurige Attribut der in den Zündholzfabriken selbst Beschäftigten, auch deren Angehörige, die niemals die Fabrik betraten, erkrankten daran, weil die Wohnungen der Arbeiter mit dem Giftstoff erfüllt waren.

Eine Reihe der Ausführungsbestimmungen zur Gewerbeordnung enthalten heute bestimmte Vorschriften nach dieser Richtung. In den Zündholzfabriken, in den Bleifarben- und Bleizuckerfabriken, in den Quecksilberbelegen wird vorgeschrieben, dass die Arbeiter bei dem Manipulieren mit den Giftstoffen besondere Arbeitsanzüge tragen, dass Vorsorge getroffen ist, dass diese in besonderen Räumen mit der Strassenkleidung vertauscht werden können, welch' letztere in abgesonderten Behältern,

[1]) Emmerich a. a. O. S. 462.

in denen sie niemals mit den Arbeitsanzügen in Berührung kommen kann, aufbewahrt werden muss. In diesen Umkleideräumen, die natürlich nach den Geschlechtern getrennt zu halten sind, müssen geeignete Waschvorrichtungen vorhanden sein, so dass die Arbeiter vor dem Einnehmen der Mahlzeiten und vor dem Verlassen der Fabrik sich gründlich die Hände reinigen können. Einzelne dieser Verordnungen sprechen dann noch weiter die Forderung aus, dass den Arbeitern in bestimmten Zwischenräumen die Möglichkeit gegeben werden muss, ein Bad zu nehmen.

Diesen gesetzlichen Vorschriften wird z. B. in den Fabriken für Bleiprodukte der Firma W. Leyendecker & Co. in Köln durch folgende Veranstaltungen Rechnung getragen: In verschiedenen Räumen der Betriebsstätte sind Ankleide- und Waschräume eingerichtet, und zwar so, dass jeder Arbeiter eine bestimmte Waschstelle hat, wo er seine Kleider wechseln und sich gründlich reinigen kann. Jede Waschgarnitur besteht aus einem Schrank zur Aufnahme der Kleidungsstücke, einem Waschbecken, Seifenschüssel, Handbürste, Handtuch, Wasserglas zum Mundspülen. Über jedem Waschbecken befindet sich ein Wasserhahn, der im Winter gewärmtes Wasser giebt. Die Waschräume sind heizbar und werden durch einen besonders dafür Angestellten regelmässig gereinigt. Die Waschbecken werden nach jedem Gebrauch ausgespült und mit frischem Wasser gefüllt. In dem Hauptwaschraum für die Arbeiter der Bleiweissfabrik sind vier Brausebäder eingerichtet, um den mit dem Entleeren der Oxydierkammern beschäftigten Arbeitern Gelegenheit zu geben, so oft zu baden, wie sie wollen. Die Brausebäder können beliebig kalt oder warm genommen werden. In einem besonderen Badehause sind zwölf Zellen mit kupfernen, innen verzinnten Wannen für warme Vollbäder eingerichtet. Es wird den Arbeitern Gelegenheit gegeben, während der Arbeitszeit ein warmes Bad zu nehmen. Ein Badewärter hat für Ordnung der Badetücher, Reinigen der Wanne und des Badehauses zu sorgen.

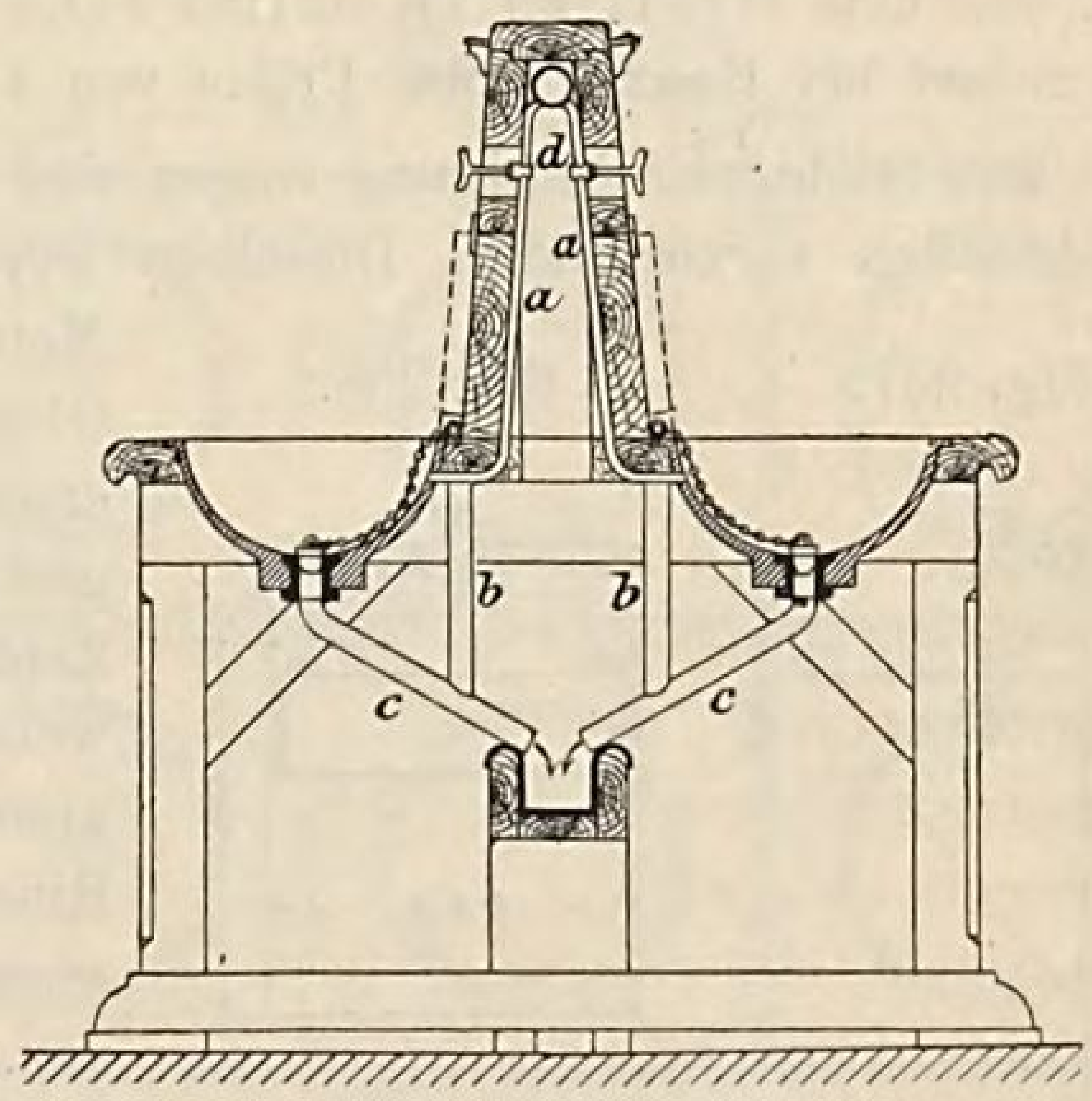
Durch eine besondere Kleider- und Waschordnung wird jedem Arbeiter ein Waschtisch angewiesen, welcher mit seiner Fabriknummer bezeichnet ist. In dem mit dem Waschtisch verbundenen Schrank hat er vor Beginn der Arbeit seine eigenen Kleider abzulegen und den Schrank zu schliessen. Vor dem Waschtisch befindet sich eine Bank mit Rückenbrett, an der ebenfalls jeder Arbeiter seinen bestimmten, die Fabriknummer tragenden Platz hat. An dem Rückenbrett sind an der Bankseite die Handtücher, an der Rückseite die von der Fabrikleitung gestellten Arbeitsanzüge und Mützen aufzuhängen. Dieselben werden jeden Montag durch den Portier in reingewaschenen Exemplaren ausgeliefert. Die Waschungen haben regelmässig vor dem Frühstück, dem Mittagessen, dem Nachmittagskaffee und Abends vor dem Verlassen der Fabrik stattzufinden. Das Waschbecken findet jeder mit frischem Wasser gefüllt. Es sind zunächst die Hände gründlich zu reinigen, dann wird das schmutzige Wasser abgelassen, das Becken mit frischem Wasser gefüllt und Gesicht und, wenn erforderlich, Brust und Arme mit dem leinenen Waschhandtuch gewaschen. Zuletzt sind Nase und Mund mit frischem Wasser auszuspülen. Dann ist das schmutzige Wasser wiederum abzulassen, das Waschbecken mit klarem Wasser sauber auszuspülen und der Wasserhahn zu schliessen.

Ist in derart besonders gefährdeten Betrieben eine in dieser Weise durchgeführte peinliche Sauberkeit geradezu Lebensfrage, so verlangt es andererseits in jeder Fabrikanlage, die ja alle, sei es durch Staub-

entwickelung, sei es durch andere Veranlassungen Gelegenheit genug zur Beschmutzung der unbedeckten Körperteile bieten, die Rücksicht auf die körperliche Reinlichkeit, dass den Arbeitern Gelegenheit zu ausgiebigen Waschungen und zur geeigneten Unterbringung ihrer Strassenkleidung gegeben wird. Überall da, wo Arbeiter verschiedenen Geschlechts beschäftigt werden, liegt es im Interesse der Sittlichkeit, dass für diese Verrichtungen getrennte Räumlichkeiten zur Verfügung gestellt werden. Was die Einrichtungsgegenstände derartiger Räume anlangt, so sind grundsätzlich alle Wascheinrichtungen, wie Rinnen, Tröge u. s. w. zu verwerfen, die dazu führen, dass mehrere Personen gleichzeitig die Waschung an ihnen vornehmen müssen. Aus der grossen Reihe brauchbarer Einrichtungen, die uns bekannt geworden sind, geben wir nachstehend einige Beispiele wieder.

In den für Männer und Mädchen getrennt gehaltenen Wasch- und Ankleideräumen der mechanischen Weberei von F. Brandts in München-Gladbach ist die durch Fig. 254 veranschaulichte Wascheinrichtung getroffen. Die Waschbecken aus emailliertem Eisen, mit Überlaufrohr b, Ablaufrohr c und einem an einem Messingkettchen befestigten Stöpsel versehen, sind in einen kräftigen hölzernen Tisch eingelassen, unter welchem eine Rinne aus verzinktem Eisenblech angebracht ist, die das Überlauf- und Ablaufwasser aufnimmt. Das Waschwasser wird von der Fabrikwasserleitung dem Hauptrohr d zugeführt, von welchem Nebenrohre aa nach den einzelnen Waschbecken gehen. In jedem Raume zweigen von dem Hauptrohr d zunächst die zu den beiden ersten einander gegenüberliegenden Becken führenden beiden Rohre ab, von welchen jedes einen besonderen Hahn hat. Dann befindet sich im Rohr d ein Haupthahn, worauf die Fortsetzung desselben mit den zu den übrigen Waschbecken führenden Zweigrohren folgt. Letztere haben keine besonderen Hähne. Vor Schluss der Arbeit wird von einer besonders damit betrauten Person der Haupthahn des Rohres d geöffnet und nach beendigtem Waschen geschlossen, so dass während der Zeit, wo das Waschzimmer allgemein benutzt wird, ständig frisches Wasser dem Becken zufliesst. Auf diese Weise werden für die Mehrzahl der vorhandenen Becken die besonderen Hähne, sowie etwa im Laufe der Zeit an denselben erforderlich werdende Reparaturen erspart, während es für einzelne Arbeiter in der Zwischenzeit immer möglich ist, sich in dem ersten Becken zu waschen, ohne dass der Haupthahn geöffnet werden muss.

Fig. 254.



Wascheinrichtung in der mechanischen Weberei von F. Brandts in München-Gladbach.

In der Baumwollspinnerei und -Zwirnerei von J. A. Lindgen's Erben in Hochneukirch sind, wie aus Fig. 255 u. 256 (S. 462) ersichtlich, die emaillierten Waschbecken

an den Wänden angebracht. Die Rohrleitung a ist mit kaltem, b mit warmem Wasser gefüllt, und jedes Becken hat zwei Zapfhähne, aus welchen nach Belieben warmes oder kaltes Wasser entnommen werden kann. Die Waschbecken haben eine emaillierte Rückwand mit Seifennapf, einen an einer Messingkette befestigten Verschlussstopfen und je einen Ablauf- und Überlaufstutzen, welche in eine mit Blech ausgeschlagene Holzwanne münden. Die hohe Rückwand der letzteren dient gleichzeitig zur Befestigung der Becken. Das aus der Rinne ablaufende Wasser wird durch ein Rohr einer Leitung zugeführt, in welche gleichzeitig an den tiefsten Punkten des Raumes angebrachte Sammeltrichter münden, um etwa auf den Fussboden gespritztes Wasser abzuführen. Die emaillierten Waschbecken mit Seifennapf, Ventil und Überlauf sind s. Z. von dem Gräflich zu Solms'schen Eisenhütten- und Emaillierwerk in Lorenzdorf bei Bunzlau zum Preise von 4,70 M. geliefert.

Fig. 255.

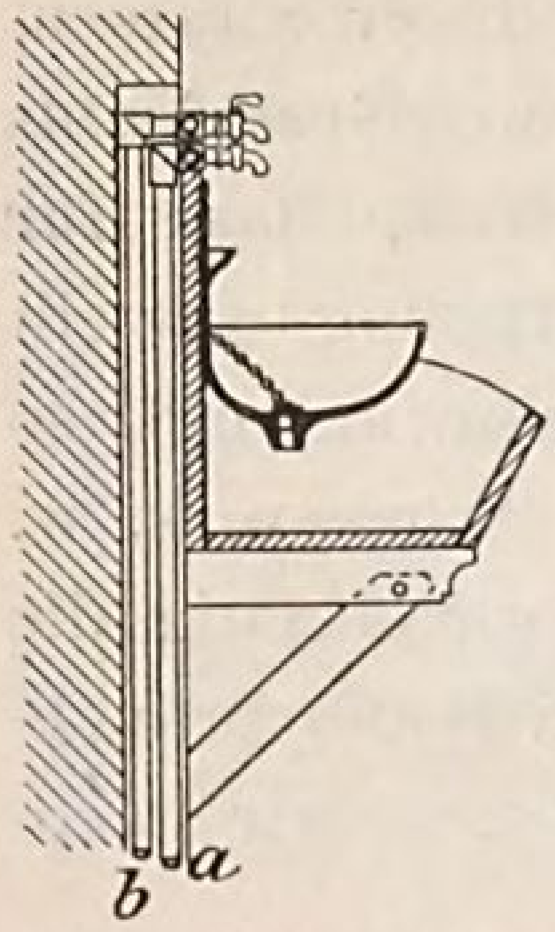
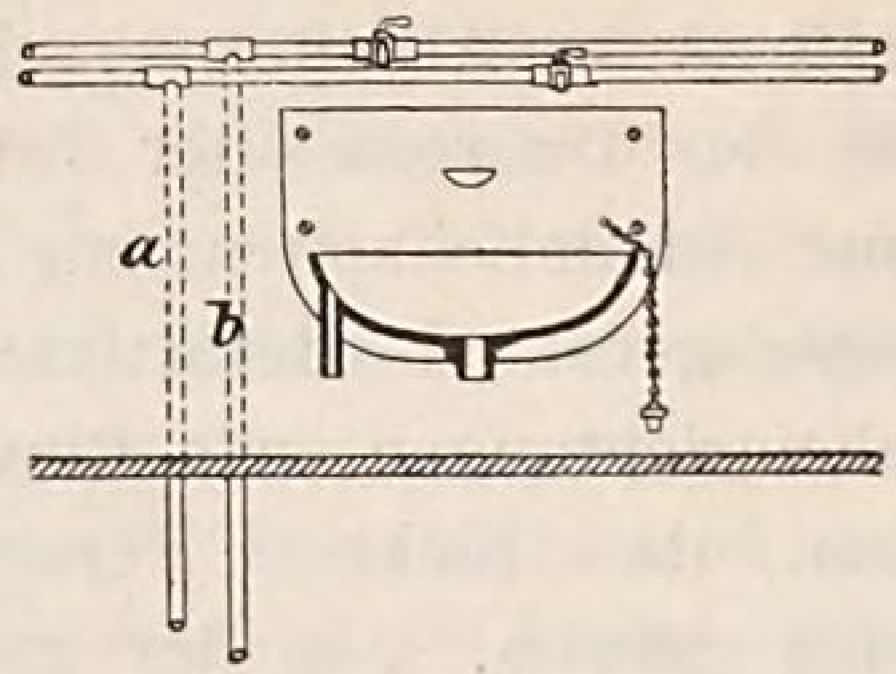


Fig. 256.



Wascheinrichtung in der Baumwollspinnerei und -Zwirnerei von J. A. Lindgen's Erben in Hochneukirch.

Der leichteren Reinigung wegen sind den Waschbecken mit Stopfenverschluss Kippwaschbecken vorzuziehen. Dieselben werden in praktischer Anordnung u. a. von der Metallwarenfabrik von H. Schaffstaedt in Giessen geliefert. Wie aus Fig. 257 und 258 ersichtlich ist, hängen die aus Eisenguss hergestellten, innen emaillierten Becken mit zwei Zapfen in einer Tasche aus Schmiedeeisen, welche das gebrauchte Wasser beim Kippen aufnimmt und in eine unter den Becken herlaufende Rinne ableitet (Fig. 257). Die Becken können zwecks Reinigung der Taschen ausgehoben werden. Ein solches Kippwaschbecken mit schmiedeeiserner Tasche kostet 16 Mark; freistehende Waschbatterien zu 4, 8, 12 Becken, einschliesslich der zugehörigen Hähne liefert die genannte Firma zu 150, 280, 440 Mark, bezw. mit Einrichtung für kaltes und warmes Wasser (Gegenstromapparat) zu 230, 430 und 670 Mark.

Fig. 257.

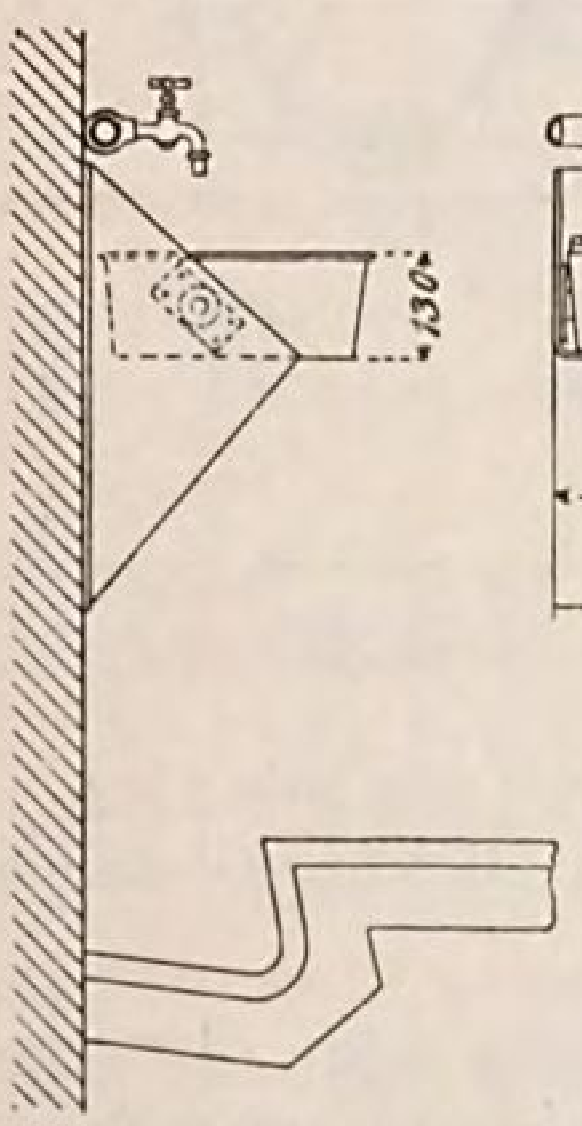
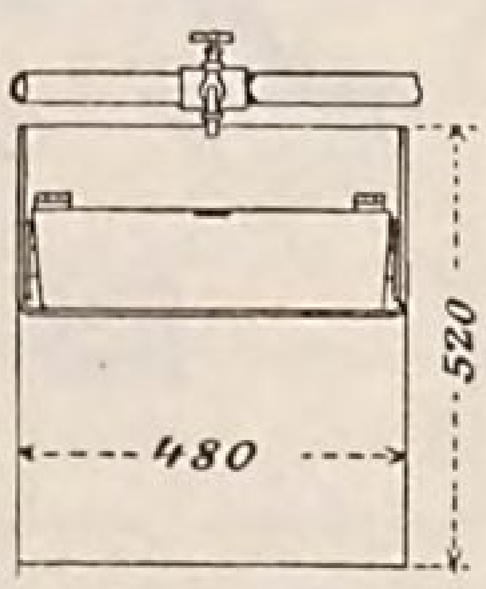


Fig. 258.



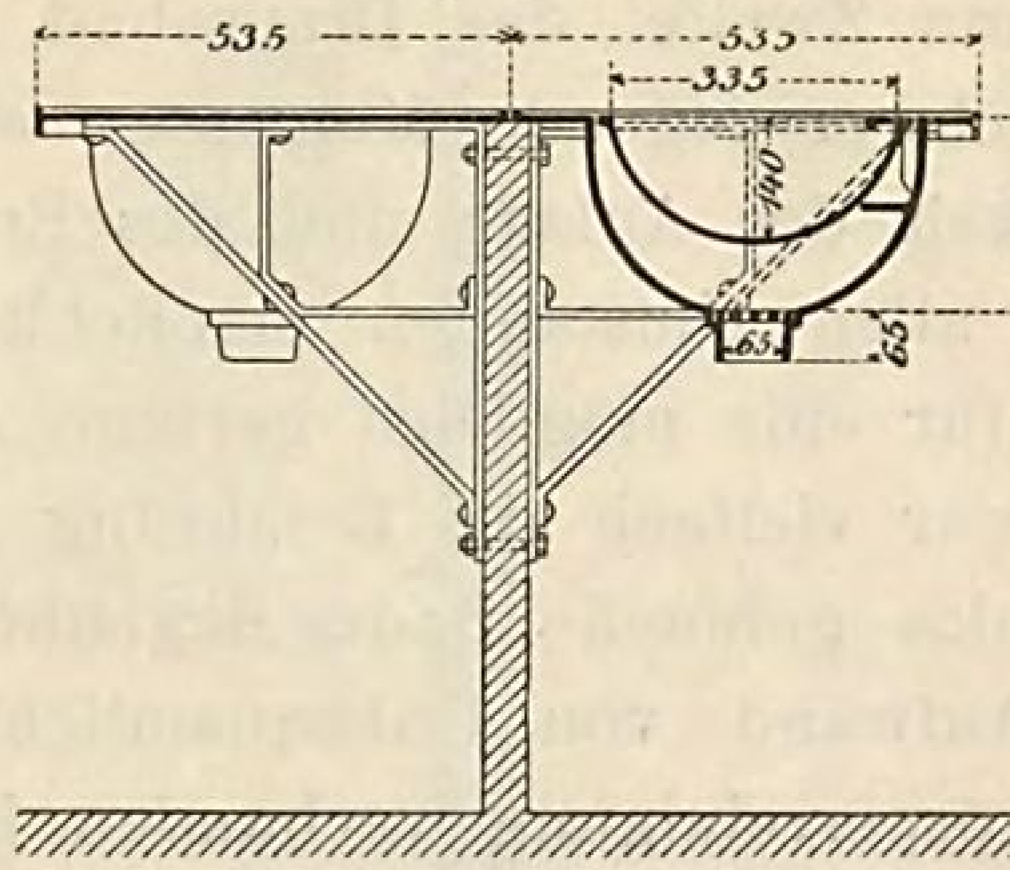
Kippwaschbecken von H. Schaffstaedt in Giessen.

Die in Fig. 259 und 260 (S. 463) dargestellten Kippwaschbecken werden von dem Lüneburger Eisenwerk zum Preise von 11,25 Mark, mit angegossener Tischplatte von 15,75 Mark pro Becken geliefert.

Den Schlussstein in der Reihenfolge dieser Veranstaltungen bildet das Fabrikbad. Auch hier müssen wir — unserem Programme getreu — auf eine Würdigung der Bedeutung des Bades für die menschliche

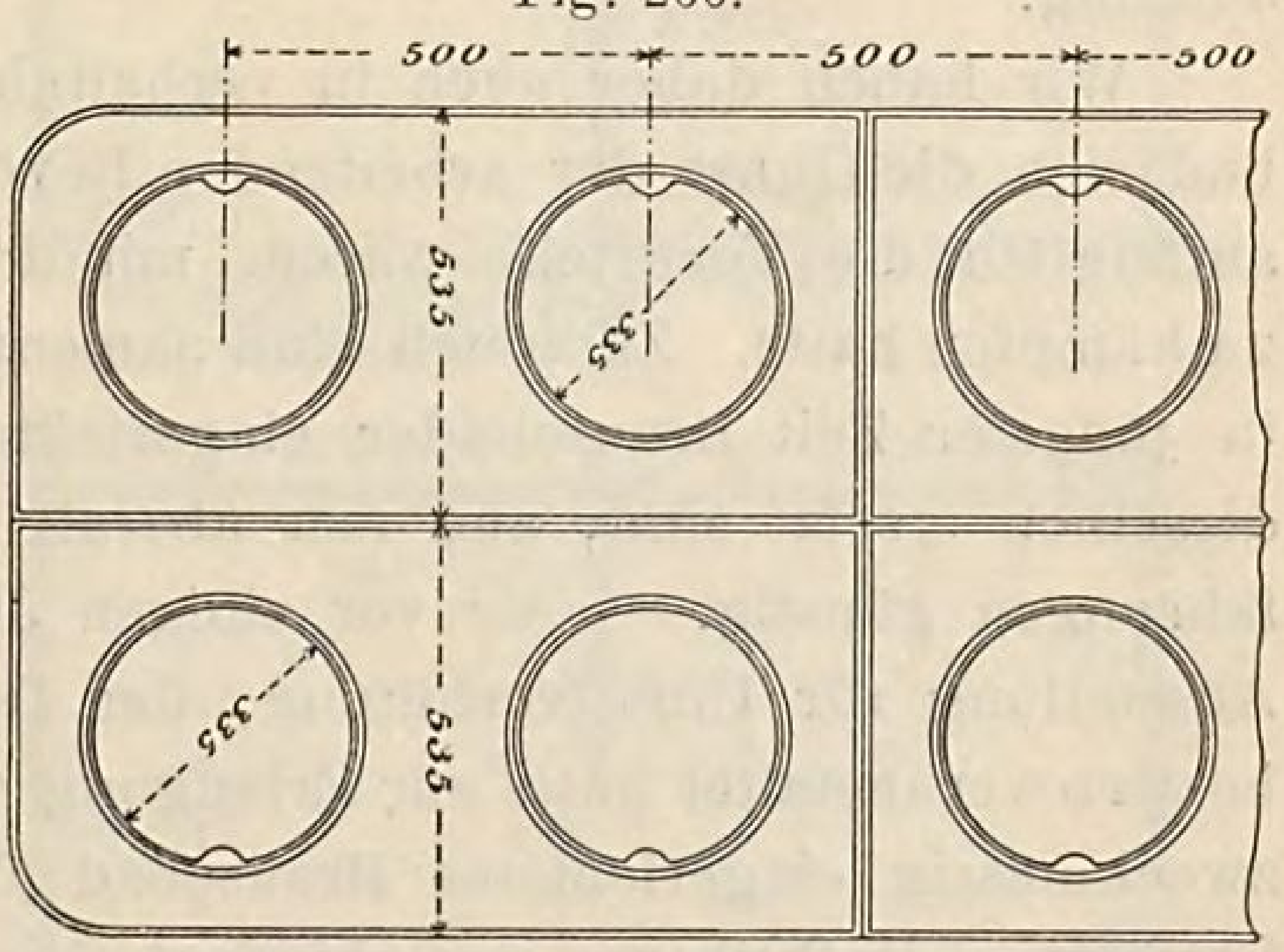
Gesundheit im allgemeinen an dieser Stelle verzichten und uns mit einem Hinweis auf die bekannten Handbücher der Hygiene und einzelne monographische Abhandlungen über den Gegenstand begnügen.[1] Soweit es sich um die Anerkennung des Badens als eines der wichtigsten Faktoren der Gewerbehygiene handelt, können wir mit Freude konstatieren, dass dieselbe heute kaum mehr einem Einwande begegnet und dass seit etwa einem Jahrzehnt bezüglich der Einführung von Fabrikbädern ein überraschender Fortschritt zu verzeichnen ist. Dieser datiert hauptsächlich von der Berliner Hygieneausstellung des Jahres 1881 her. Es gelangte dort zum erstenmal das Brausebad, das sich auf dem Gebiete der Militärgesundheitspflege[2] schon seit dem Ende der siebenziger Jahre seinen Platz erobert hatte, in der nach den Angaben von Lassar von David Grove in Berlin ausgeführten Form als Arbeiterbad zur öffentlichen Ausstellung, und von da an hat eine mit dankenswertem Eifer und grossem Geschick ins Werk gesetzte Propaganda es zu Wege gebracht, dass dieses Prinzip mit kaum zu erhoffender Schnelligkeit seinen Weg in die Fabriken und industriellen Arbeitsstätten gefunden hat.

Fig. 259.



Schnitt.

Fig. 260.



Obere Aufsicht.

Kippwaschbecken des Lüneburger Eisenwerks.

Diese Thatsache spricht allein schon für die grossen Vorzüge des Brausebades für den vorliegenden Zweck. Wenn es sich um die prinzipielle Entscheidung der Frage handelt, welche Badeeinrichtung für Fabrikbetriebe die geeignetste ist, so hängt die Antwort wesentlich von der Vorfrage ab, wie weit wir mit unseren Anforderungen an eine solche

[1]) Insbesondere sind hier zu nennen: Lehmann, Baden und Bäder in Eulenberg's Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens. Berlin 1881. — O. Lassar, Bade- und Waschanstalten im Bericht über die Berliner Hygieneausstellung Bd. I. Breslau 1885. — Derselbe, Die Kulturaufgabe der Volksbäder. Berlin 1889.

[2]) Vergl. Münnich, Deutsche militärärztliche Zeitschrift 1880, Heft 1.

Einrichtung gehen wollen? Geben wir zu — und von erfahrener Seite ist dieses Zugeständnis gemacht worden —, dass diejenige Einrichtung die beste ist, welche neben anderen Eigenschaften den geringsten Kostenaufwand für die Anlage erfordert, sich am einfachsten den in jedem grösseren Betriebe vorhandenen Einrichtungen anpasst, welche ferner die rascheste Abfertigung des Badenden ermöglicht und für ihn die Vornahme der notwendigen Reinigung so mühelos wie möglich gestaltet, so ist ohne Zweifel das Brausebad die zweckmässigste Anlage. Es sind das schwerwiegende Momente, welche für die letztere sprechen. Die Billigkeit der Anlage und des Betriebes fällt ins Gewicht, weil es sich unter allen Umständen empfiehlt, die Badegelegenheit kostenlos oder doch für eine möglichst geringe Abgabe zur Verfügung zu stellen. Es ist sogar vielfach die Erfahrung gemacht, dass der Arbeiter selbst die kostenlos gebotene Badegelegenheit nicht benutzt, weil er die Zeit und den Aufwand von Unbequemlichkeiten scheut, der mit der Vornahme der Körperreinigung verbunden ist. Deshalb ist auch das Moment der raschen Abfertigung, die durch das Brausebad ermöglicht wird, von Bedeutung.

Wir haben daher auch in verhältnismässig kurzer Zeit das Brausebad sich die Gunst der arbeitenden Bevölkerung erobern sehen, so gross anfänglich die Vorurteile waren, mit denen diese, wie alle Neuerungen zu kämpfen hatte. Zahlreich sind namentlich die Fabrikbetriebe, in denen in jüngster Zeit Brausebäder eingerichtet, bezw. ältere Anlagen durch dieselben ersetzt sind, und fast überall lauten die damit gemachten Erfahrungen günstig. — Als vor einigen Jahren, gelegentlich der Berliner Ausstellung für Unfallverhütung, der Deutsche Brauerbund einen Wettbewerb veranstaltet hatte zur Erlangung von Entwürfen für ein besonders zweckmässig eingerichtetes Brausebad für Fabrikbetriebe, hat das aus bewährten Praktikern und hygienischen Autoritäten zusammengesetzte Preisgericht Grundsätze aufgestellt und veröffentlicht,[1]) die für die Einrichtung solcher Anlagen als maassgebend angesehen werden können. Wir lassen dieselben hier folgen.

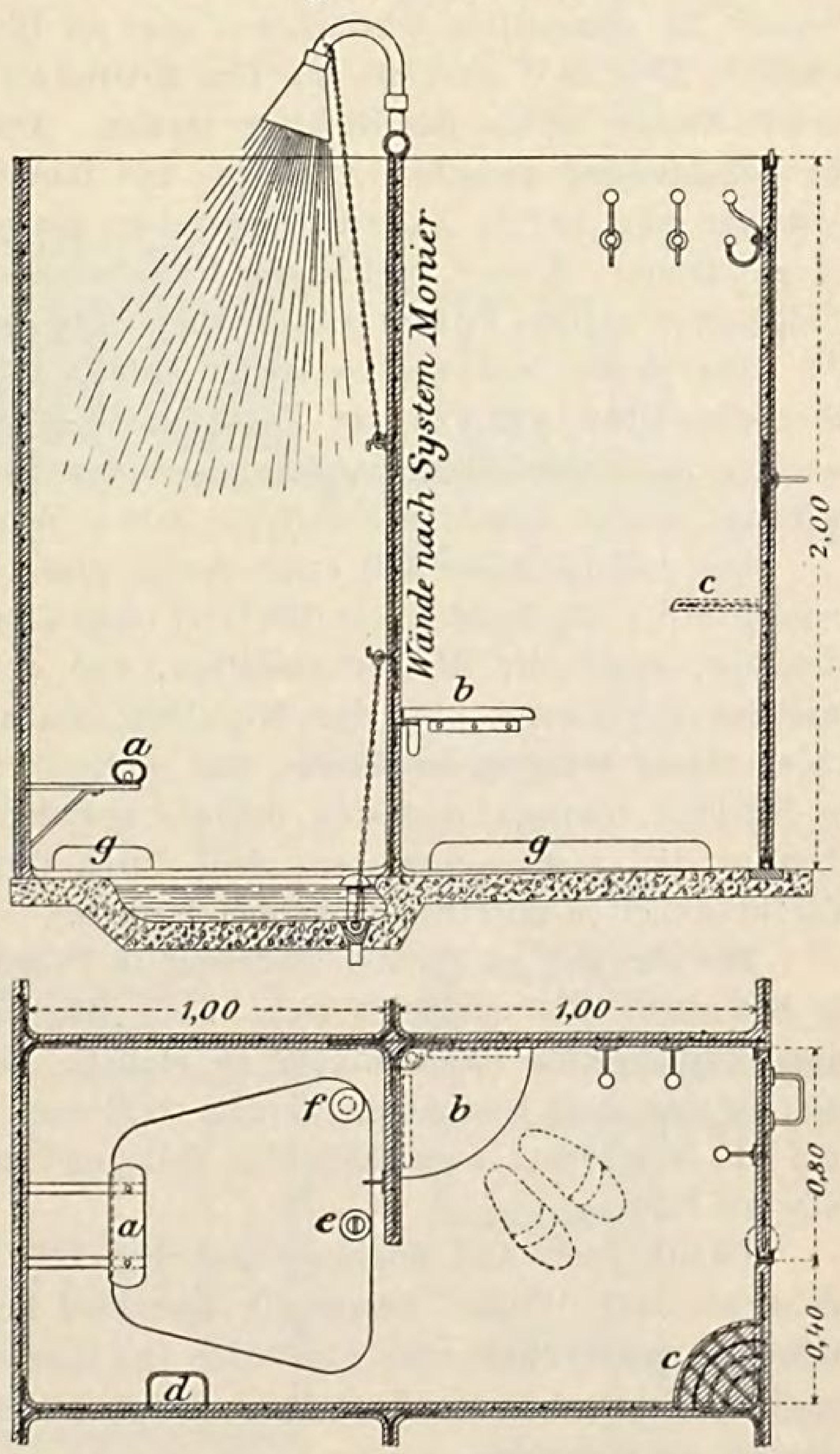
G r u n d s ä t z e f ü r d i e E i n r i c h t u n g v o n A r b e i t e r b ä d e r n. Bezüglich des zur Herstellung von Brausebädern zu verwendenden Materials soll alles vermieden werden, was porös und wasseranziehend ist oder was ermöglicht, dass sich in Ritzen und Fugen Schmutz festsetzt, und die Sauberhaltung der ganzen Einrichtung erschwert oder gar unmöglich macht. Es muss anerkannt werden, das der Industrie noch ein weites Feld behufs Herstellung eines geeigneten Baumaterials offen ist. Abgesehen von dem zu kostspieligen Schiefer lässt sich vorerst nichts besseres zu den Wänden der Einzelzellen verwenden als Zinkblech. Erst in zweiter Linie ist die Verwendung von sogenannten

[1]) Vergl. die Broschüre von K n o b l a u c h, Arbeiter-Badeeinrichtungen. Berlin 1889.

Rabitz- oder Monier-Wänden zu empfehlen, und auch nur dann, wenn die Oberflächen der Wände gut geglättet sind. Ein Ölfarbenanstrich hat für die Dauer der Einwirkung warmen Wassers oder Seifenschaums nicht widerstanden.

Die Wände sind 2 m hoch und in etwa 10 cm Abstand vom Fussboden zu errichten, damit zwischen den einzelnen Teilen eine möglichst ausreichende Ventilation Spielraum gewinnt. Der Fussboden ist gleichfalls für Wasser undurchlässig aus Asphalt, Zement oder Terrazzo herzustellen. Nicht nur der Billigkeit wegen verdient ersterer den Vorzug, sondern auch deshalb, weil das Betreten desselben mit entblössten Füssen am wenigsten unangenehm ist. Um das Eindringen des Wassers aus der Badezelle in den Ankleideraum zu verhindern, soll letzterer höher gelegt sein als diese.

Fig. 261 und 262.



Grundriss und Schnitt durch die Badezelle.

Brausebad nach den Grundsätzen des Preisgerichts für den Preis des Deutschen Brauerbundes.

Um eine Stufe zu vermeiden, müsste der Fussboden im Ankleideraum hinreichendes Gefälle nach der Badezelle zu bekommen. In der Badezelle selbst soll im Fussboden eine muldenförmige Vertiefung angebracht sein, deren tiefste Stelle den Hauptstrahl der Brause empfängt und die beim Beginn des Bades so weit gefüllt wird, dass das Wasser dem Badenden bis zu den Knöcheln reicht. Hierdurch wird Gelegenheit geboten, sich vor der Brause gründlich einzuseifen, namentlich aber die Füsse zu reinigen. Der übrige Fussboden hat Neigung nach der Mulde, deren Kanten abzurunden sind. An der tiefsten Stelle sitzt das Abflussventil e, an der höchsten das Überlaufrohr f, derartig angebracht, dass vollständige Reinhaltung möglich, beziehungsweise ein Eintreten des Wassers in den Ankleideraum verhindert wird. Diese Mulde dürfte in fast allen Fällen die Anlage einer besonderen Waschvorrichtung überflüssig machen. Form und Grössenverhältnisse gehen aus der Abbildung (Fig. 261 und 262) hervor.

Seitlich, möglichst geschützt gegen die Strahlen der Brause, befindet sich ein Seifennapf d. Jeder Lattenrost, und im Baderaum selbst jede Verwendung von Holzwerk, ist thunlichst zu vermeiden und nur insofern zulässig, als es, wie z. B. das Sitzbrett b, leicht zu entfernen ist. Auch muss dahingestellt bleiben, ob zwischen Ankleide- und Badezelle eine Thür angebracht werden soll.

Obgleich eine solche nicht unbedingt notwendig ist und die Aufrechterhaltung der Sauberkeit erschweren kann, mag sie doch zum Schutz der Kleider vor Bespritzen nicht unter allen Umständen als überflüssig bezeichnet werden. Von der Aufstellung eines Holzschemels im Baderaum ist abzusehen, da er besonders geeignet ist, Krankheitsstoffe aufzunehmen und zu übertragen. Derselbe lässt sich durch einen Zinkwulst a auf massiver Unterlage ersetzen.

Die Brause ist schräg zu stellen. Das vertikal aus der Höhe herabstürzende Wasser ist namentlich schwächeren oder zu Blutwallungen neigenden Personen unzuträglich. Eine im Winkel von ungefähr 45 Grad stehende und unter gelindem Druck ausströmende Brause würde das Richtige treffen. Am zweckmässigsten wird die Brause an der Scheidewand zwischen Ankleide- und Badezelle befestigt und aus einem Wasserreservoir mit 28° R Austrittstemperatur gespeist. Die Zumessung eines Maximums an gewärmtem Wasser, welche für Volksbadeanstalten als ein für die Selbsterhaltungsfähigkeit wichtiges Prinzip gilt, erscheint für Arbeiterbäder in den Fabriken überflüssig.

Die Brause soll nur so lange laufen, als der Badende an der Kette zieht; um aber demselben während der Thätigkeit der Brause die Hände zum Waschen frei zu machen, ist es erforderlich, dass zu diesem Zweck an der Wand ein Haken passend befestigt wird. Beliebige Zuleitung kalten Wassers erscheint selbstverständlich.

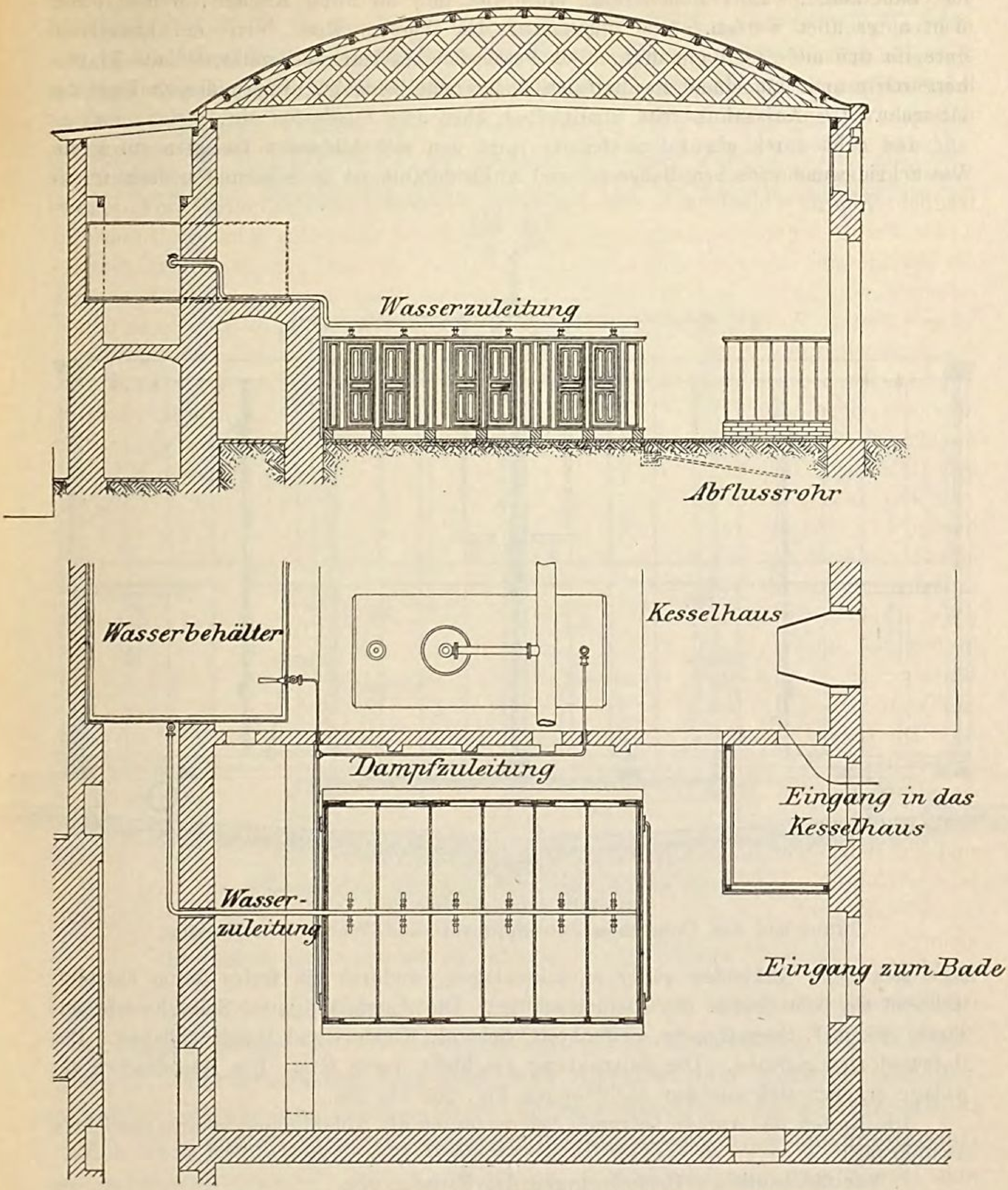
Der Ankleideraum soll etwa ebenso gross sein wie die Badezelle und in ihm vorhanden sein: ein Stuhl b, ein Eckbrett oder Klapptisch c, Kleiderhaken weit genug von einander, damit die Kleider auslüften, und eventuell ein Paar abwaschbare Gummisandalen mit Riemen über dem Mittelfuss, um nicht mit nackten Füssen den Steinfussboden direkt betreten zu müssen, und schliesslich ein Stiefelknecht. Spiegel beschlagen in feuchten Räumen und sind deshalb auf dem Korridor anzubringen. Kämme und Bürsten sind nicht auszulegen, weil durch ihren allen gemeinsamen Gebrauch leicht Kopfkrankheiten übertragen werden können.

Die Heizung ist für Arbeiterbäder in Fabriken am zweckdienlichsten durch Dampf zu bewirken. Es empfiehlt sich, nach Möglichkeit die gesamte Badeeinrichtung in einen durchheizten Raum hinein zu stellen. Sofern sich Fussbodenheizung herstellen lässt, würde diese besonderen Vorzug verdienen. Bei einer gewöhnlichen Dampfheizung sind die Heizkörper ausserhalb der Zelle und insbesondere unterhalb der Fenster entlang zu führen.

Damit auch Ankleideraum und Badezelle an dem Luftwechsel teilnehmen und nicht als tote Winkel ausserhalb desselben liegen bleiben, sind die oben erwähnten Abstände der Wände vom Fussboden (g) innezuhalten. Peinlichst ist die Zuführung frischer, nicht erwärmter Luft durch unzweckmässig angelegte Fenster oder Ventilationsklappen zu vermeiden.

Mit Rücksicht auf die Kosten wird sich indessen das Holz — wie es die vorstehend mitgeteilten „Grundsätze“ wollen — kaum ganz als Herstellungsmaterial für Badeanstalten umgehen lassen, namentlich wenn man die allgemeine Einführung derselben auch in kleineren Betrieben anstrebt. Wir lassen daher noch die Beschreibung einer Anlage folgen, bei der die Badezellen wesentlich aus Holzteilen zusammengesetzt sind, die sich durch ihre Billigkeit auszeichnet und unter Umständen durch einen geschickten Fabriktischler ohne Mühe ausgeführt werden kann. Eine derartige Anlage ist in der Deutschen Jute-Spinnerei und Weberei in Meissen im Betriebe.

Fig. 263 und 264.



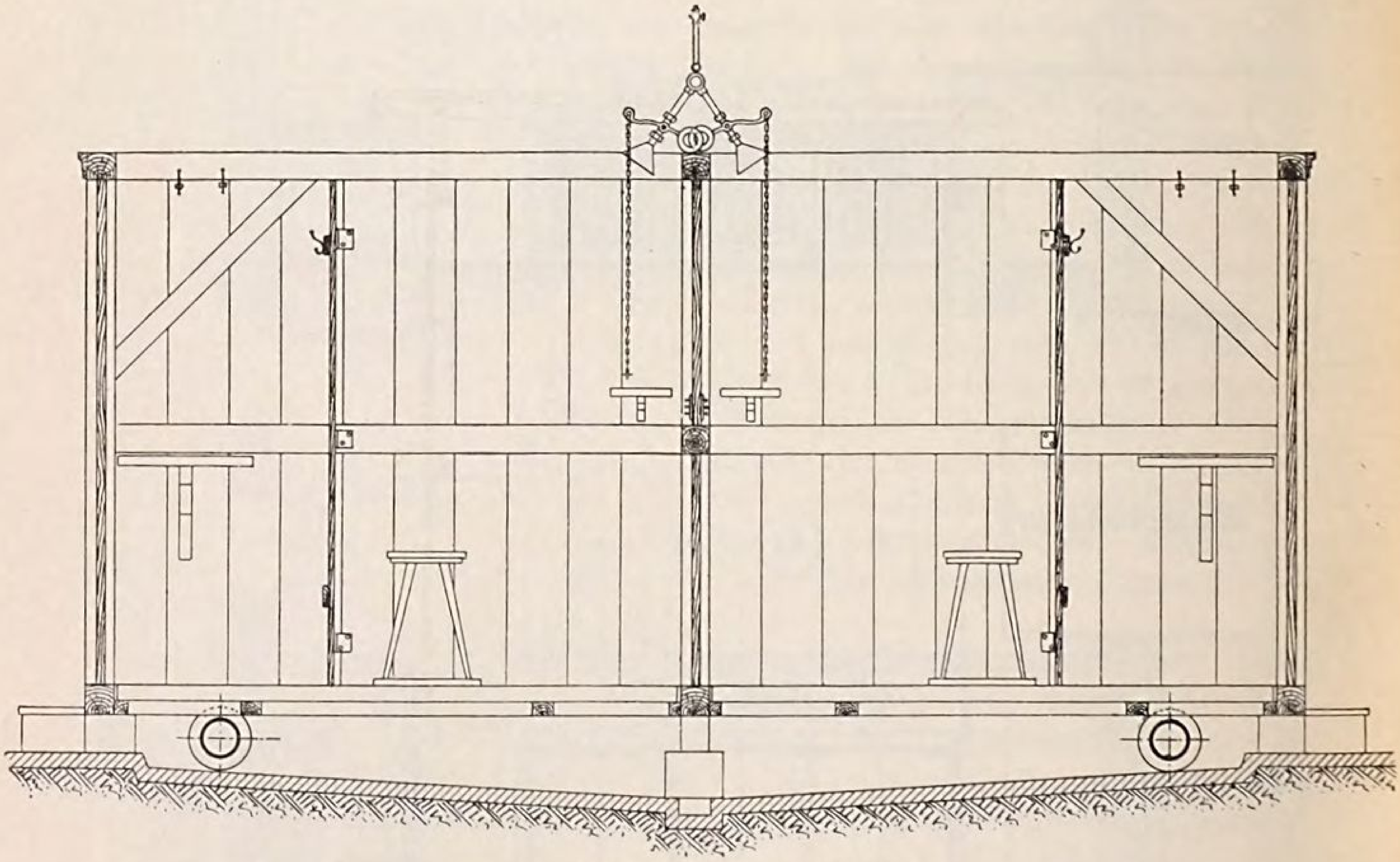
Grundriss und Schnitt durch den Baderaum.

Brausebad der Deutschen Jute-Spinnerei und Weberei in Meissen.

Bei der Einrichtung ist hauptsächlich darauf Rücksicht genommen, dass dieselbe leicht in jeden zur Verfügung stehenden Raum eingebaut werden kann und, bei ausreichender Dauerhaftigkeit, wenig Anlage- und Unterhaltungskosten erfordert. Die Badeanstalt ist in einem neben dem Kesselhause befindlichen Raum aufgestellt. Ein

zu Fabrikationszwecken benutztes, 4 m über dem Fussboden befindliches Becken liefert das Badewasser. Eine Rohrleitung läuft von ihm zu zwölf Brausen, welche durch Ketten geöffnet werden. Die Temperatur des Wassers wird durch ein Dampfrohr geregelt und auf 28° R gehalten. Der Fussboden hat starkes Gefälle, ist aus Platten hergestellt und mit einem zweiteiligen Lattenroste bedeckt. Unter diesem liegt das Heizrohr. Die Aussenluft tritt unmittelbar über dem Fussboden ein, steigt erwärmt auf und geht durch ein Jalousiefenster samt den sich bildenden Dämpfen ins Freie. Die Scheidewand zwischen Badezelle und Ankleideraum ist in Scharnieren drehbar, sie

Fig. 265.



Querschnitt durch die Badezellen.

Brausebad der Deutschen Jute-Spinnerei und Weberei in Meissen.

lässt sich beim Ankleiden völlig zurückschlagen, wodurch ein freier Raum entsteht, während sie beim Baden die Kleider schützt. Die Ausstattung der Zelle besteht aus Tisch, Schemel, Stiefelknecht, Seifenbrett, Spiegel, Kleider- und Handtuchhaken. Das Holzwerk ist gefirnist. Die Beleuchtung geschieht durch Gas. Die Einzelheiten der Anlage ergeben sich aus den Abbildungen Fig. 263 bis 266.

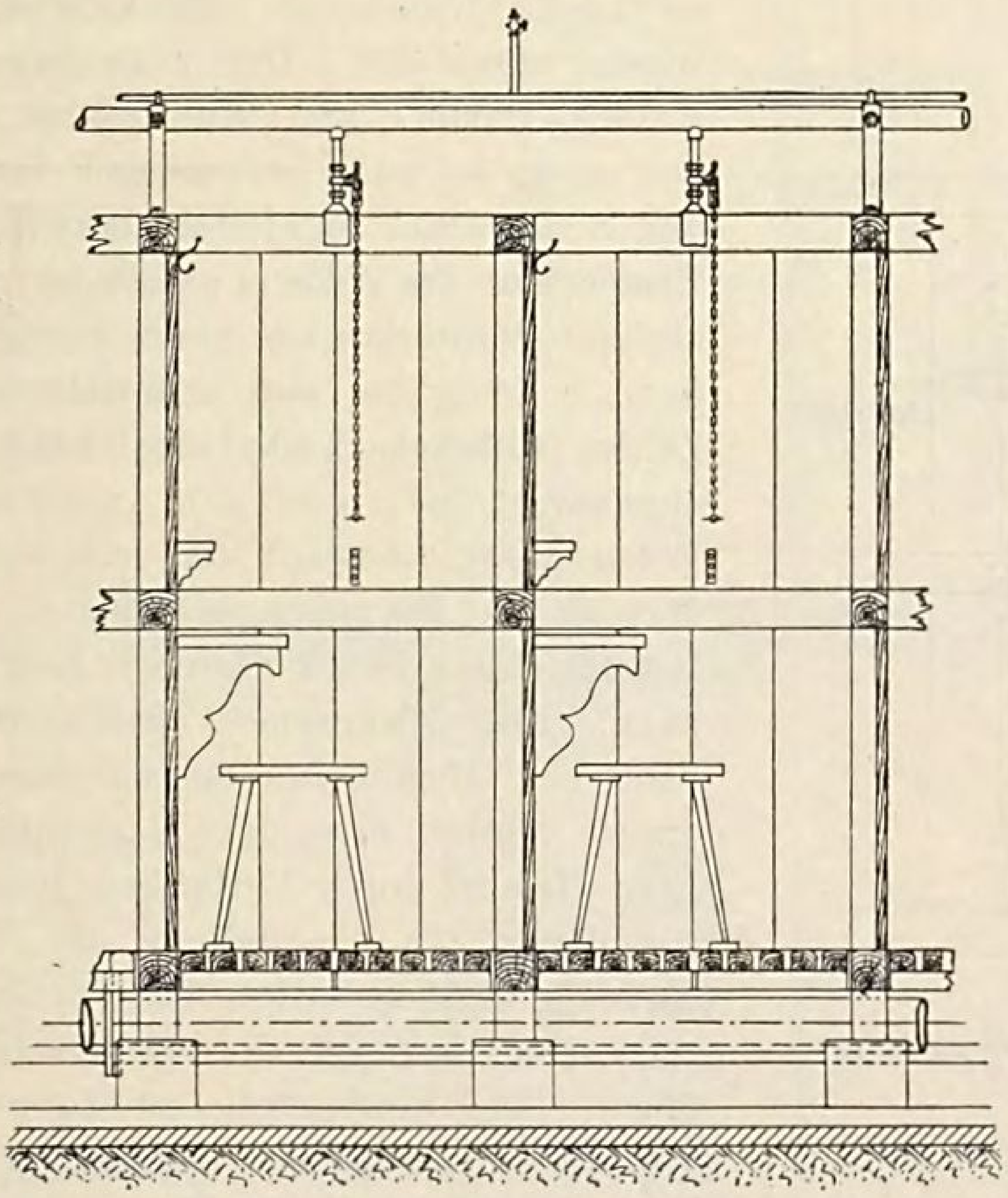
Die Kosten der Anlage betrugen bei der durch die Abbildungen veranschaulichten Ausführung:

1. Für die baulichen Umänderungen des Raumes, als: Legen des Fussbodens mit Gefäll, Entwässerung, Heizleitung und Gas	241,20 ℳ
2. Für Zimmer- und Tischlerarbeiten	1052,70 „
3. Für die Brausen mit Zubehör, Wasserleitung, Thermometer und Ventile	356,35 „
Summa	1650,25 ℳ

was für die Zelle einen Kostenaufwand von 137 ℳ ergiebt.

Was die Armierung der Badezellen mit Wasserzuleitung, Brausen und Zubehör anlangt, so ist es am zweckmässigsten, dieselbe durch eine der zahlreichen Firmen ausführen zu lassen, die sich speziell mit diesem Zweige der Installationsarbeiten beschäftigen. Als durchaus zuverlässig in dieser Hinsicht können die Firmen David Grove und Börner & Co. in Berlin, H. Schaffstaedt in Giessen genannt werden. Die ausführlichen Kataloge, welche dieselben jederzeit auf Verlangen zur Verfügung

Fig. 266.



Längsschnitt durch die Badezellen.
Brausebad der Deutschen Jute-Spinnerei und Weberei in Meissen.

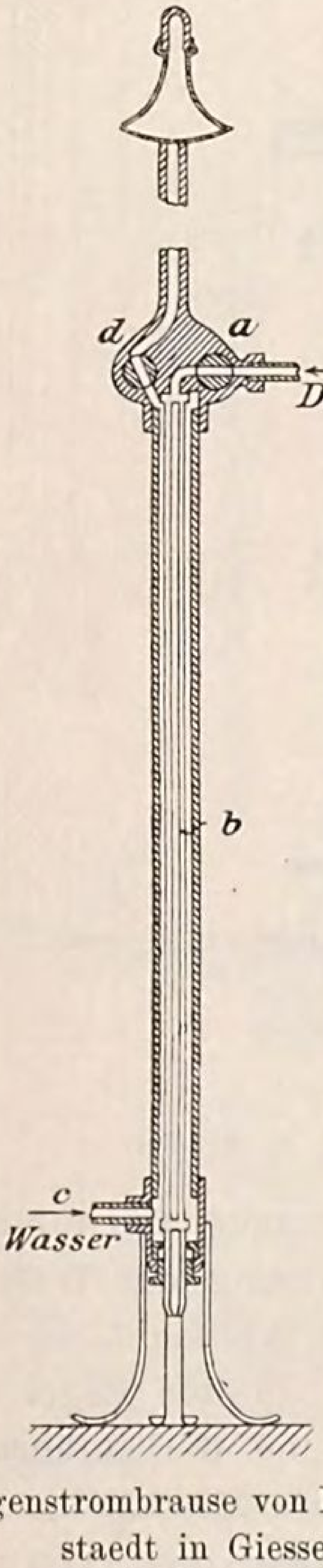
stellen, bringen zahlreiche Pläne von ausgeführten Anlagen, die für alle Verhältnisse Muster an die Hand geben. Zur Erwärmung des Wassers kann in Fabrikbetrieben fast durchweg direkter oder Abdampf aus der ohnehin vorhandenen Kesselanlage benutzt werden. In der Regel geschieht die Erwärmung des Wassers in Reservoiren und die Zuführung zu der Brause derart, dass der Badende vermittels eines Mischhahns das Wasser selbst auf die gewünschte Temperatur einstellen, d. h. von der wärmeren zur kalten Abbrausung übergehen kann. Dabei ist von Wichtigkeit, dass die Mischhähne so eingerichtet sind, dass niemals Wasser von einer höheren als der höchsten zulässigen Badetemperatur (etwa 30—35° C) ausströmen kann.

Neuerdings hat die Firma H. Schaffstaedt in Giessen in sehr zweck-

mässiger Weise, die sich bereits in einer grösseren Anzahl von Fabrikbädern bewährt hat, das Gegenstromprinzip zur Erwärmung des Badewassers eingeführt, wodurch die Einrichtung besonderer Wasserreservoire überflüssig gemacht wird. Das Konstruktionsprinzip ist kurz folgendes:

Durch den Hahn a (Fig. 267) tritt der Dampf in das nach unten offene Rohrsystem b ein. Das Wasser strömt unten bei c zu und erwärmt sich, aufsteigend, an dem nach unten strömenden Dampf, um durch den Hahn d nach der Brause zu gelangen. Der Dampf giebt auf seinem Wege alle Wärme an das entgegenströmende Wasser ab und tritt als Kondensationswasser unten aus. Durch Drehung der Hahnkegel werden Dampf- und Wasserhahn zugleich geöffnet, und zwar so weit, wie es dem vorhandenen Dampf- und Wasserdruck entspricht, bezw. bis die gewünschte Temperatur des Wassers erzielt ist. Das Wasser fliesst alsdann ununterbrochen gleichmässig erwärmt aus und kann beliebig ab- und angestellt werden. Eine mit Zahlen versehene Teilscheibe, welche an den Hähnen angebracht ist, gestattet, wenn der Dampf- und Wasserdruck konstant ist, ein sofortiges Anstellen der Hähne für eine bestimmte Wassertemperatur. Bei variablem Druck reguliert man mit dem Dampfhahn. Durch langsames Zurückdrehen des letzteren kann ein allmähliches Sinken der Wassertemperatur erzielt werden, ohne den Wasserdruck zu verringern. Eine Gefahr durch Verbrühen beim Baden ist ausgeschlossen, da die Stellung der Hahnkegelgriffe zu einander nicht gestattet, dass der Dampfhahn geöffnet wird, ohne dass sich der Wasserhahn gleichzeitig mit öffnet. Die Einrichtung ist so getroffen, dass das Wasser die Temperatur von 40° C nicht übersteigen kann. Ein oberhalb der Hähne angebrachtes Thermometer zeigt den jeweiligen Wärmegrad des ausströmenden Wassers an.

Fig. 267.

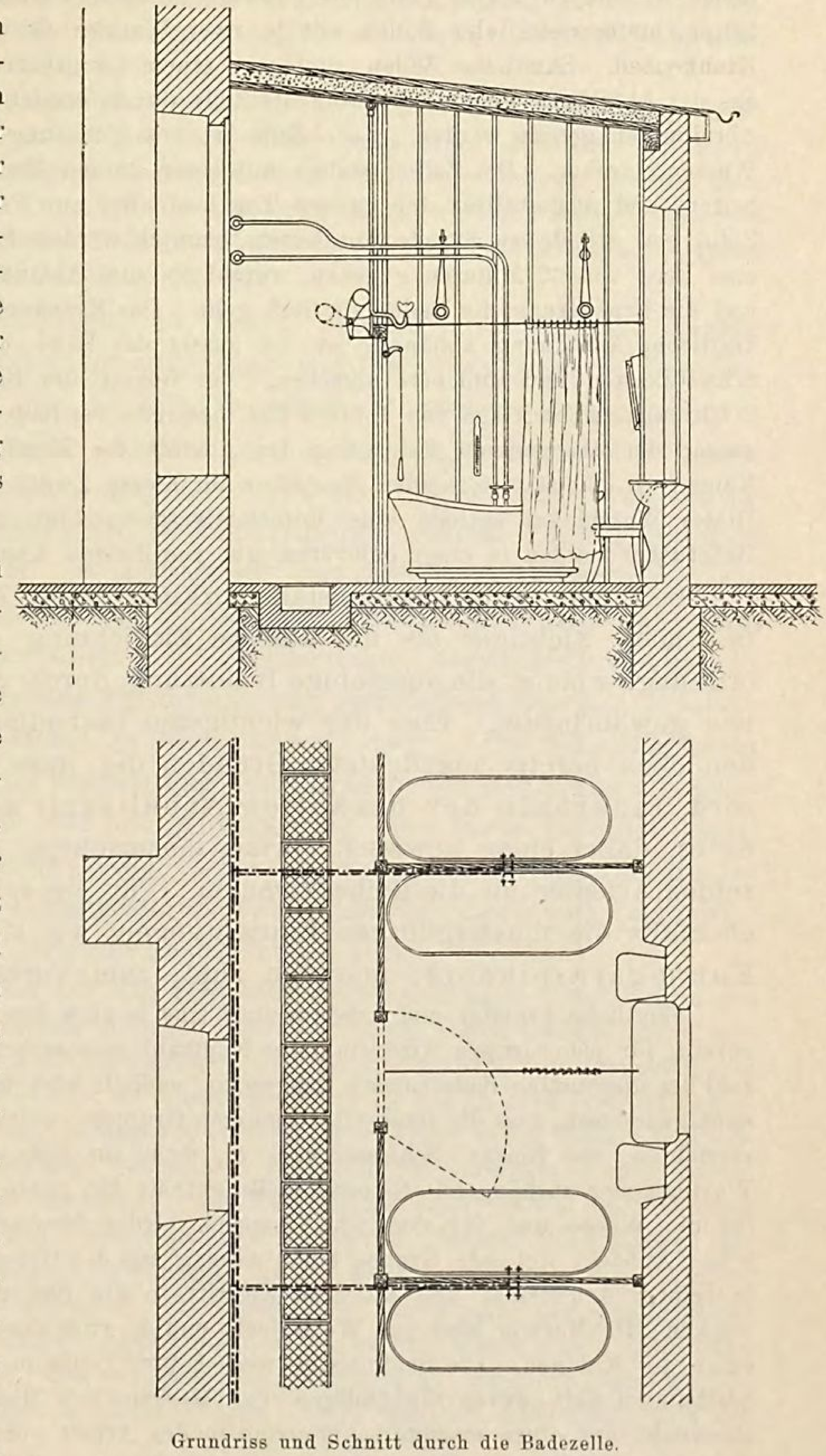


Gegenstrombrause von H. Schaffstaedt in Giessen.

Aus dem Konstruktionsprinzip ergeben sich die Vorzüge des Apparates ohne weiteres. Der Dampf kann in jeder Form, sei es als hochgespannter Dampf, Niederdruckdampf oder Abdampf ohne weiteres zur Verwendung kommen. Eines Warmwasserreservoirs, das Platz wegnimmt und in welchem Wärme verloren geht, bedarf es nicht. Der Apparat ist durch den einfachen Anschluss an die Dampfleitung einerseits, an die Wasserleitung andererseits zum Gebrauch fertig. Das Badewasser kommt mit dem Dampf nicht in Berührung und bewahrt deshalb seine volle Reinheit. Die Anwärmung desselben auf jede beliebige Temperatur erfolgt in kürzester Zeit während des Ausflusses. Auf die leichte Regulierungsfähigkeit und die Gefahrlosigkeit ist bei der Beschreibung der Konstruktion bereits hingewiesen.

Da, wo es darauf ankommt, eine grössere Anzahl von Menschen in möglichst kurzer Zeit baden zu lassen, kann ein Apparat aufgestellt werden, welcher zehn, zwölf, sechzehn und mehr Brausen gleichzeitig speist. Im allgemeinen wird es sich empfehlen, für jede Zelle einen besonderen Apparat anzubringen. Selbstverständlich kann derselbe mit einer geringen Abänderung der Konstruktion auch für Wannenbäder benutzt werden. Der Preis eines Apparates für eine Brause beträgt einschliesslich der Brause 80 Mark. Apparate für den gleichzeitigen Betrieb von zwei bis zwanzig Brausen werden für 90 bis 450 Mark geliefert.

Fig. 268 und 269.



Grundriss und Schnitt durch die Badezelle.

Wannenbad der Augsburger Kammgarnspinnerei.

Häufig wird es sich als zweckmässig erweisen, neben dem Brausebad oder für besondere Fälle eine oder mehrere Zellen als Wannenbäder einzurichten. Manche Betriebsleiter haben sich überhaupt mit dem Brausebad noch nicht befreunden können und stellen ihren Arbeitern ausschliesslich Wannenbäder zur Verfügung. Eine Musteranlage dieser Art ist die Badeanstalt der Augsburger Kammgarnspinnerei, von der wir in Fig. 268 u. 269 Grundriss und Schnitt einer Einzelzelle zur Darstellung bringen.

Das Gebäude der Anstalt lehnt sich an eines der Fabrikgebäude an und hat eine langgestreckte Grundrissform. In der Mitte befindet sich eine Vorhalle, Wartezimmer und Bureau des Bademeisters. Daran schliessen sich einerseits zwei Zellen mit je einer Wanne für Beamte und Meister, sowie zwei Zellen mit je zwei Wannen für die männlichen Arbeiter und eine Zelle mit gemauertem Badebehälter für fünf jugendliche Arbeiter, andererseits vier Zellen mit je zwei Wannen für die Arbeiterinnen und das Krankenbad. Sämtliche Zellen sind von einem Längskorridor aus zugänglich. Wie aus der Abbildung ersichtlich, kann die Zelle durch Vorziehen eines Vorhanges in zwei Abteilungen geteilt werden. Jede Zelle ist mit Zuleitung von warmem und kaltem Wasser versehen. Die Zellen stehen mit einer kurzen Mittagsunterbrechung den Arbeitern und Angestellten den ganzen Tag kostenfrei zur Verfügung, derart, dass jede Zelle von Stunde zu Stunde von neuem benutzt werden kann. Den Badenden wird eine Frist von 30 Minuten gegeben, worauf bis zum Ablauf der Stunde die Reinigung und die Erneuerung des Bades vor sich geht. Das Krankenbad, dessen Benutzung von ärztlicher Anordnung abhängig ist, ist ausser der Bade- und Douchevorrichtung mit Schwitzkasten und Ruhebett versehen. Vor Beginn der Badezeit, morgens von 6 bis 8 Uhr und nachmittags von 1 bis 3 Uhr, besorgen der Bademeister und dessen Ehefrau ausser der allgemeinen Reinigung der Anstalt die Reinigung der Badetücher und Kämme in einem anstossenden, besonders für diesen Zweck eingerichteten Waschlokal. Dieses Waschlokal enthält eine Rotationswaschmaschine und eine Zentrifuge. Die Badetücher werden in einer geheizten, gut ventilierten Kammer getrocknet.

Soll eine Fabrikbadeanstalt wirklich ihren Zweck erfüllen, so ist fast noch wichtiger als die äussere Einrichtung der Erlass einer Badeordnung, welche die ausgiebige Benutzung durch die Arbeiter auch wirklich gewährleistet. Eine der wichtigsten Vorbedingungen hierfür ist aus den oben bereits angedeuteten Gründen die, dass den Arbeitern gestattet wird, innerhalb der bezahlten Arbeitszeit zu baden. Am besten ist es, dabei einen gewissen Turnus einzurichten, nach welchem die einzelnen Arbeiter an die Reihe kommen. Für ein solches Verfahren können ebenfalls die mustergültigen Einrichtungen, wie sie in der Augsburger Kammgarnspinnerei getroffen sind, zum Vorbild genommen werden.

Sämtliche Arbeiter und Arbeiterinnen sind je nach der Art ihrer Arbeit in Gruppen geteilt, für jede Gruppe wird ein ihrer Kopfzahl entsprechender Bruchteil der Gesamtzahl der disponiblen Badestunden festgesetzt, endlich wird noch möglichst darauf Rücksicht genommen, dass die Badezeit derjenigen Gruppen, welche die schmutzendere Arbeit verrichten, wie Heizer, Schlosser u. s. w., mehr am Ende der Woche liegt. Eine im Wartezimmer aushängende Generaltabelle enthält die ganze Zeiteinteilung der Kabinen für die Woche und für sämtliche Gruppen. Jeder Obermeister besitzt für die unter seiner Aufsicht stehende Gruppe einen Auszug aus der Generaltabelle als Spezialtabelle in seinem Arbeitssaal und die zum Eintritt in die Badeanstalt erforderlichen Bademarken; die Marken sind aus Weissblech, und je zwei derselben tragen die Nummern einer der Kabinen. Die Saalmeister weisen ihre Leute in regelmässigem Turnus zur bestimmten Zeit durch Einhändigen der Marken in's Bad, wobei selbstverständlich Rücksicht auf einen ungestörten Betrieb in der Arbeit genommen wird; so darf z. B. von einem Selfaktorpaar nur eine Person zur Zeit zum Baden gehen. Mit der Marke begeben sich die Badenden in das Wartezimmer, wo dieselbe ihnen vom Bademeister abgenommen und in das betreffende Fach der Markentafel gelegt wird; dagegen er-

hält jeder Badende ein Stück frische Seife, ein frisches Tuch zum Abtrocknen und einen sauberen Kamm und wird vom Bademeister (die weiblichen Arbeiter von dessen Frau) in die für ihn bestimmte Kabine gewiesen. Nach dem Bad giebt der Badende Seife, Tuch und Kamm zurück und erhält dagegen seine Marke wieder ausgehändigt, mit welcher er zur Arbeit zurückkehrt, um sie seinem Saalmeister zu weiterem Gebrauche wieder zurückzugeben. Die einmal benutzte Seife wird in der Wollwäscherei verwendet.

Zur Benutzung des Krankenbades erteilt der Fabrikarzt dem Patienten eine schriftliche Verordnung, welche dieser dem Bademeister einhändigt. Letzterer vereinbart mit dem Patienten die bestimmte Badestunde und bereitet und erteilt das Bad nach der gegebenen Vorschrift. Bei Abgabe von Schwitzbädern werden Schwitzkasten und Ruhebett mit frischen leinenen Tüchern belegt; die männlichen Patienten behandelt der Bademeister, die weiblichen dessen Ehefrau.

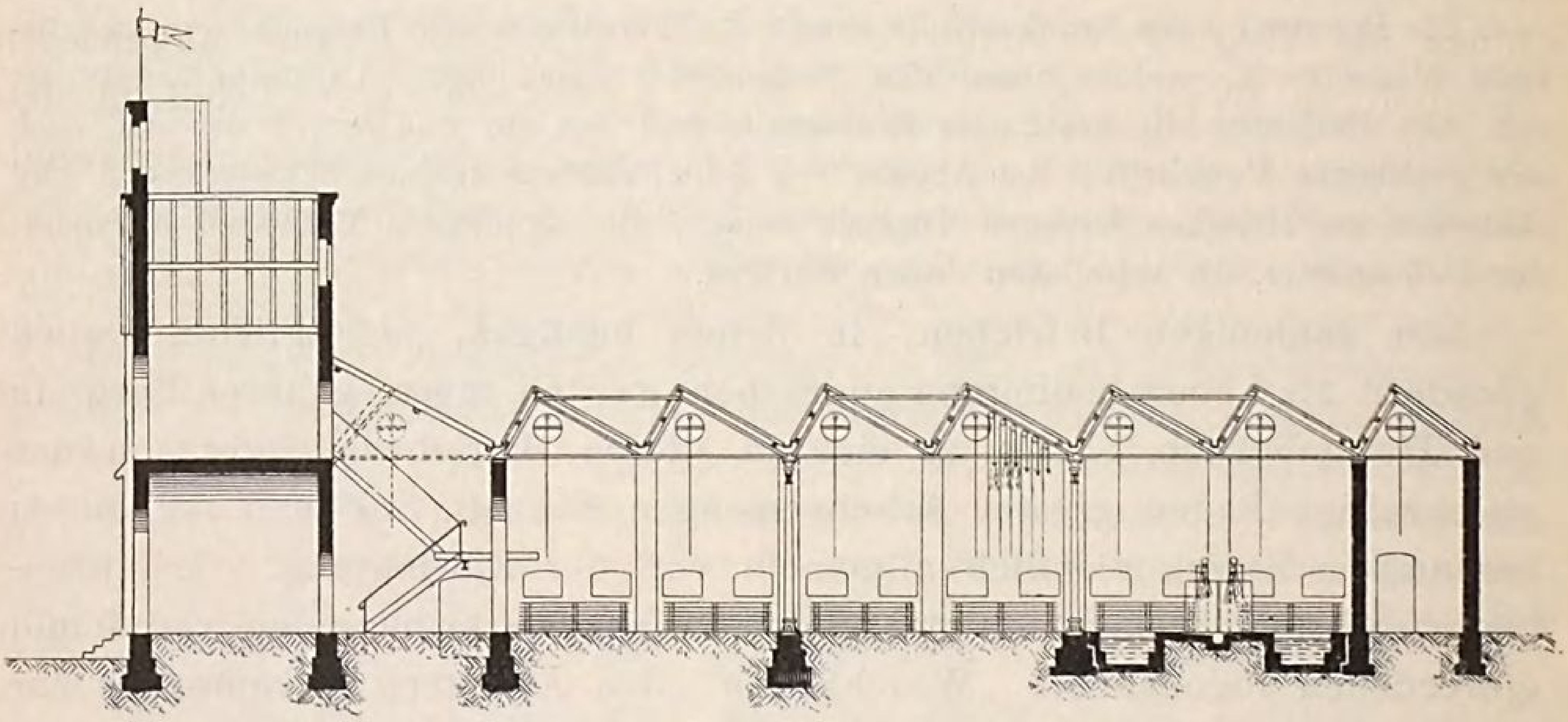
Zu denjenigen Betrieben, in denen häufiges, ja tägliches Baden geradezu als Lebensbedingung angesehen werden muss, gehören Bergbau und Hüttenbetrieb.[1]) Da es sich in diesen Betrieben häufig um das gleichzeitige Baden grosser Arbeitermengen handelt, hat man für diesen besonderen Zweck ziemlich allgemein von der Einrichtung von Einzelbädern Abstand genommen und in den für Bergwerksgegenden traditionell gewordenen sogenannten „Waschkauen“ den Arbeitern Massenbäder zur Verfügung gestellt, die zwar vom hygienischen Standpunkte nicht ganz ohne Bedenken sind, indessen unter der Voraussetzung, dass für Einrichtungen für den stetigen Abfluss des verunreinigten und Zufluss frischen Wassers gesorgt ist, nicht unbedingt zu beanstanden sind. Sehr wünschenswert ist es dabei, wenn durch Einrichtung von Brausen den Badenden Gelegenheit gegeben wird, der warmen Abwaschung eine kalte Douche folgen zu lassen. Eine derartige recht zweckentsprechende Anlage ist die in Fig. 270 und 271 (S. 474) dargestellte Waschkaue der Bergwerksgesellschaft Gneisenau in Altenderne bei Dortmund.

Dieselbe ist unmittelbar bei den Schächten zwischen Schacht- und Maschinengebäude so gelegen, dass für die Arbeiter jeder Zeitverlust durch Zwischenwege vermieden wird. Im vorderen Teil des Gebäudes sind die Dienstzimmer der Beamten, die Markenkontrolle, Lampenstube u. s. w. untergebracht (a bis h Fig. 271). Die anfahrenden Arbeiter betreten das Gebäude durch die Hauptthür, nehmen an der Markenkontrolle (d) ihre Arbeitsmarke in Empfang, wechseln in der Kaue die Kleidung, empfangen bei der Lampenausgabe (b) ihre brennende, vom Lampenkontrolleur vorher verschlossene Lampe und steigen dann auf zwei eisernen Treppen zur Rechten und Linken des Gebäudes nach den Hängebänken der Schächte hinauf, wo sie einfahren. Beim Wiederausfahren nach der Schicht geben sie im Vorbeigehen am Schalter der Lampenstube ihre Lampen an den Kontrolleur zurück und treten in die Waschkaue. Die Badebassins (i) sind so geräumig, dass zwanzig Mann zugleich in denselben ohne gegenseitige Belästigung sich waschen können. Das Wasser wird an dem einen Ende des

[1]) E. Braun, Über die Notwendigkeit der Wasch- und Badeeinrichtungen der Berg- und Hüttenarbeiter. Centralbl. f. allgem. Gesundheitspflege XIII, 5. u. 6. Heft, S. 179.

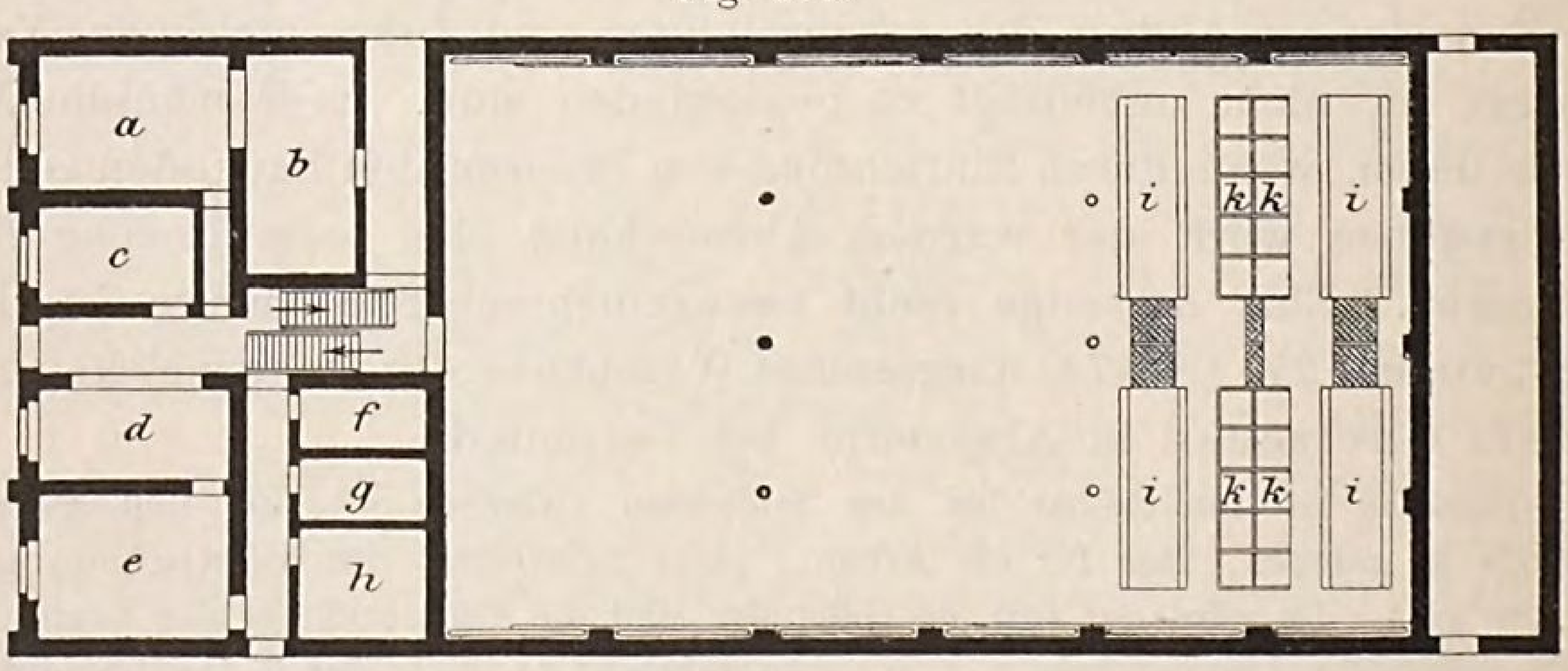
Bassins eingelassen und fliesst fortwährend auf der ganzen Breite ab, wodurch der Seifenschaum und sonstige Unreinlichkeiten stetig fortgespült werden. Der Kanal für die Fortleitung des gebrauchten Wassers wird regelmässig durch Einspritzen von Wasser gereinigt. Das Bassin kann vollständig geleert werden, indem man ein Ventil am Boden öffnet, welches mit dem erwähnten Kanal in Verbindung steht. Neben jedem

Fig. 270.



Längsschnitt.

Fig. 271.



Grundriss.

Waschkaue der Bergwerksgesellschaft Gneisenau in Altenderne bei Dortmund.

Bassin sind eine Anzahl Brausen (k) eingerichtet. Das zu den Bädern und Brausen dienende Wasser wird durch Dampf auf die gewünschte Temperatur gebracht.

Sehr zweckmässig ist die Art der Aufbewahrung der Arbeitskleider. Dieselben werden an Haken aufgehängt und in die Höhe gezogen. Jeder Arbeiter hat seinen eigenen Haken, welcher die Nummer seiner Arbeitsmarke trägt; er kann durch ein Vorhängeschloss das unbefugte Herunterlassen der Kleider verhindern. Diese letzteren hängen in dem gut ventilierten Dachraum und werden während der Schichtdauer ausgelüftet, während die Kaue selbst von den Ausdünstungen frei bleibt.

C. Aufenthaltsräume für die Arbeitspausen. Speisewärm- und Kochvorrichtungen.

Aus ganz ähnlichen Gründen, aus denen wir weiter oben die Bereitstellung von besonderen Umkleide- und Waschräumen gefordert haben, muss die Hygiene verlangen, dass den Arbeitern Räume angewiesen werden, in denen sie ihre Mahlzeiten einnehmen, bezw. sich in den Arbeitspausen aufhalten können. Wenn z. B. in der Bundesratsbekanntmachung, betreffend die Einrichtung und den Betrieb der zur Anfertigung von Zigarren bestimmten Anlagen bestimmt wird: „Die Arbeitsräume müssen täglich zweimal mindestens eine halbe Stunde lang, und zwar während der Mittagspause, durch vollständiges Öffnen der Fenster und der nicht in Wohn-, Schlaf-, Koch- und Vorratsräume führenden Thüren gelüftet werden; während dieser Zeit darf den Arbeitern der Aufenthalt in den Arbeitsräumen nicht gestattet werden“ — so ist es eigentlich ganz selbstverständlich, dass für geeignete, im Winter geheizte Räume gesorgt wird, in denen sich die Arbeiter während dieser Zeit aufhalten können. Oder wenn die Gewerbeordnung bestimmt, dass den jugendlichen Arbeitern der Aufenthalt in den Arbeitsräumen während der Pausen im allgemeinen nicht gestattet werden soll, so hat der Gesetzgeber damit gewiss nicht gemeint, dass sie in Wind und Wetter hinausgeschickt oder gezwungen werden sollen, unter irgend einem Thorweg oder in einer Scheune Schutz zu suchen.

Überall, wo der Arbeiter mit Giftstoffen in Berührung kommt, schon aus diesem Grunde allein, allgemeiner aber noch, um ihm Gelegenheit zu geben, wenigstens für die Pausen der durch Staub und die Ausdünstungen Vieler verdorbenen Luft zu entfliehen, sollte stets darauf gehalten werden, dass die freie Zeit ausserhalb des Arbeitsraumes verbracht, vor allem die Mahlzeiten nicht innerhalb desselben eingenommen werden. Um diese Forderung erfüllen zu können, ist die Zuweisung geeigneter Aufenthaltsräume Vorbedingung. Für gewisse besonders gefährdete Betriebe sind dieselben durch das Gesetz vorgeschrieben. In der Bundesratsbekanntmachung, betreffend die Einrichtung und den Betrieb von Bleifarben- und Bleizuckerfabriken heisst es: „In einem staubfreien Teile der Anlage muss für die Arbeiter ein Wasch- und Ankleideraum und getrennt davon ein Speiseraum vorhanden sein. Beide Räume müssen sauber und staubfrei gehalten und während der kalten Jahreszeit geheizt sein. In dem Speiseraum oder an einer anderen geeigneten Stelle müssen sich Vorrichtungen zum Erwärmen der Speisen befinden.“ Ganz ähnlich wird in den Ausführungsbestimmungen zu dem

Reichsgesetz über die Anlagen zur Anfertigung von Zündhölzern bestimmt: „Der Arbeitgeber darf nicht gestatten, dass die Arbeiter Nahrungsmittel in die Arbeitsräume mitbringen oder in denselben verzehren. Er hat dafür zu sorgen, dass das Einnehmen der Mahlzeiten nur in Räumen geschieht, welche von den Arbeitsräumen vollständig getrennt sind. Auch müssen ausserhalb der Arbeitsräume Vorrichtungen zum Erwärmen der Speisen vorhanden sein.“

Die für diese besonderen Fälle vom Gesetz geforderten Einrichtungen nach Möglichkeit zu verallgemeinern, muss das Bestreben der Hygiene sein. Für alle hier in Betracht kommenden Zwecke ist in einzelnen grösseren Betrieben durch den Bau besonderer, sogenannter „Erholungshäuser“, „Gesellschaftshäuser“, oder wie sie im Einzelfalle sonst benannt werden, in umfassendster, zum Teil geradezu grossartiger Weise vorgesorgt. In der Regel dienen diese Gebäude gleichzeitig den mannichfachsten anderen Wohlfahrtszwecken, die wir nicht in den Rahmen dieser Darstellung einbeziehen können. Wir müssen uns daher, zumal es sich dabei um die Aufwendung so erheblicher Geldmittel handelt, dass dieselben nur unter ganz besonders günstigen Verhältnissen zur Verfügung stehen werden, hier auf einen Hinweis auf den betreffenden Abschnitt von Post, Musterstätten persönlicher Fürsorge von Arbeitgebern für ihre Geschäftsangehörigen,[1]) beschränken, wo eine Anzahl derartiger Veranstaltungen beschrieben sind. Hier kann es sich nur um die Mitteilung einiger einfacherer Einrichtungen handeln, deren Verallgemeinerung innerhalb der Grenzen des auch für den weniger günstig situierten Betrieb Möglichen liegt.

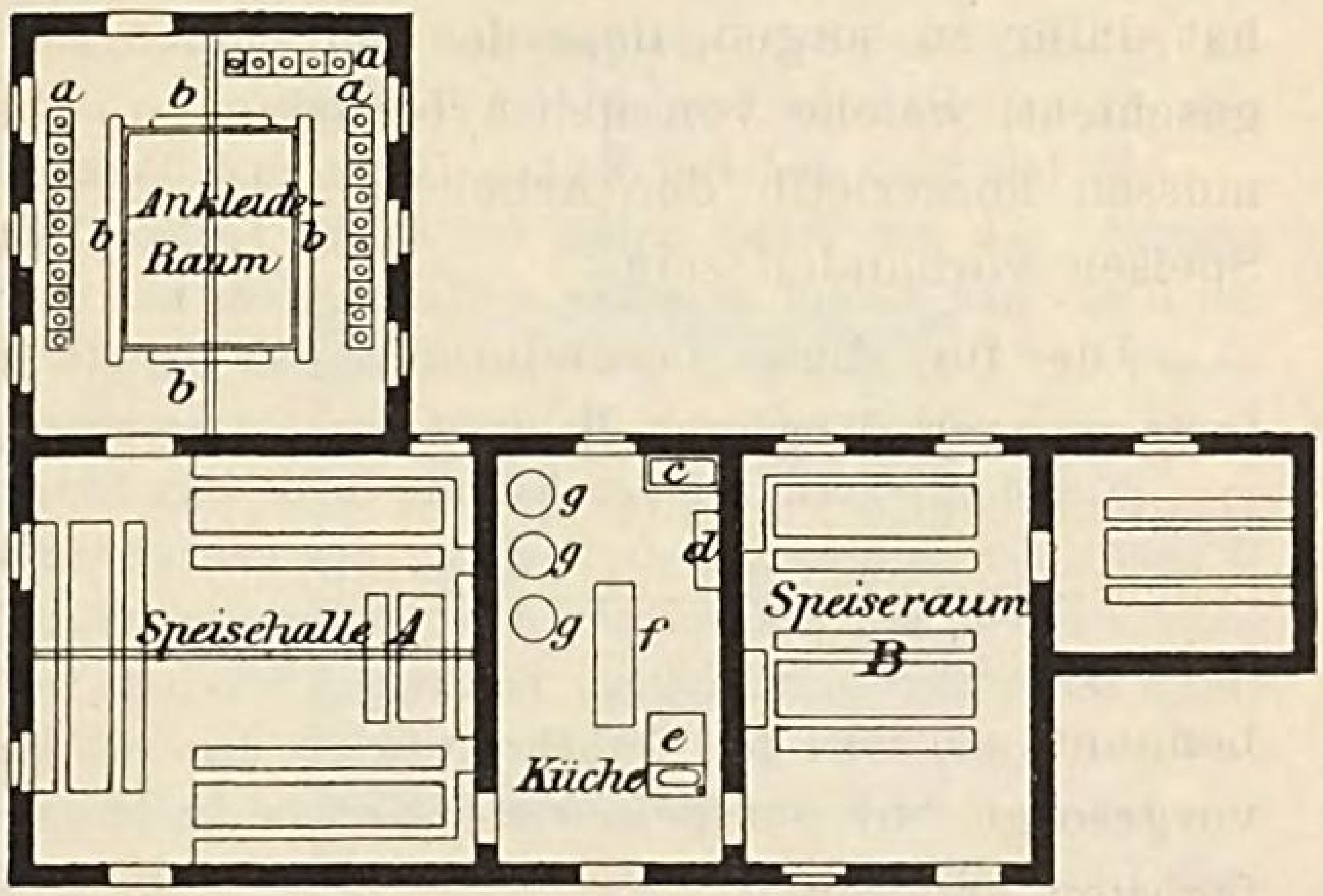
Die einfachste Lösung der Aufgabe besteht darin, dass ein der Zahl der beschäftigten Arbeiter entsprechender heizbarer und von dem Arbeitsraum abgeschlossener Raum dazu bestimmt wird, den Arbeitern während der Pausen zum Aufenthalt zu dienen. Derselbe muss eine einfache Einrichtung mit Stühlen oder Bänken und Tischen enthalten, an denen diejenigen Arbeiter, welche während der Mittagspause nicht nach Hause gehen können, sitzend ihre Mahlzeiten einnehmen können. Eine einfache Vorrichtung zum Wärmen der Speisen (s. weiter unten) wird sich leicht in dem Raum anbringen lassen.

Eine bereits wesentlich umfassendere Anlage ist die in der oben bereits erwähnten Fabrik für Bleiprodukte von W. Leyendecker & Co. in Köln eingerichtete, in Fig. 272 (S. 477) im Grundriss dargestellte Speisehausanlage.

[1]) Band II, I. Teil. S. 694 ff. Berlin 1893.

In einem besonderen kleinen Gebäude sind, durch eine Küche von einander getrennt, mehrere Speiseräume untergebracht. Dieselben werden den Arbeitern für die Zeit der Arbeitspausen um 9 Uhr vormittags, 12 Uhr mittags und 4 Uhr nachmittags geöffnet. Entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen wird dafür gesorgt, dass die Arbeiter Nahrungsmittel nicht in die Arbeitsräume mitnehmen, die mitgebrachten Speisen vielmehr ausschliesslich in den Speiseräumen aufbewahren. Sie dürfen den Speiseraum nur betreten, wenn sie zuvor die Arbeitskleider abgelegt, die Haare vom Staube gereinigt, Hände und Gesicht sorgfältig gewaschen haben. Eine Anlage wie die hier skizzierte gestattet auch, da wo Arbeiter beiderlei Geschlechts beschäftigt werden, diese in getrennten Räumen unterzubringen.

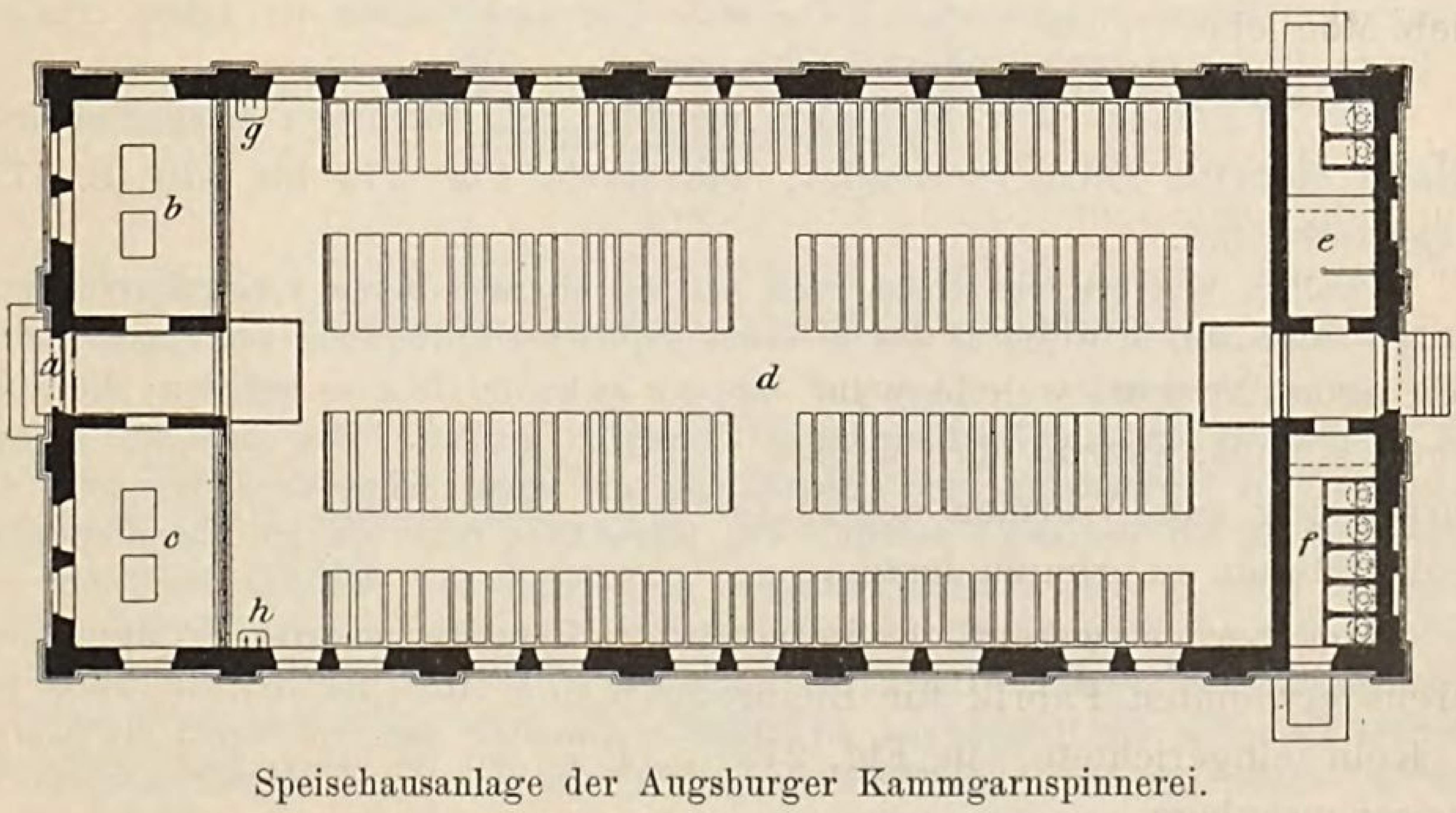
Fig. 272.



Speise- und Ankleideräume in der Bleifarbenfabrik von W. Leyendecker & Co. in Köln.

Eine entsprechende Anlage für einen grösseren Betrieb ist in Fig. 273 im Grundriss dargestellt. Es ist die Speisehausanlage der Augsburger Kammgarnspinnerei, deren Speisesaal für 348 Sitzplätze eingerichtet ist.

Fig. 273.



Speisehausanlage der Augsburger Kammgarnspinnerei.

Wenn man durch den südlichen Haupteingang a das Gebäude betritt, liegen rechts und links die beiden nur für das Wartepersonal zugänglichen Küchen b und c. Gerade-

aus befindet sich der 24,44 $\times$ 13 m grosse Speisesaal d und der Eingangsthür gegenüber eine zweite Thür, welche zu den durch einen Vorplatz von einander getrennten Abtritten für Männer (e) und Frauen (f) und weiterhin ins Freie führt. Längs der Nord-, Ost- und Westseite des Gebäudes sind im Sommer Sitzbänke für den Aufenthalt der Arbeiter im Freien aufgestellt. Der nördlichen Ausgangsthür gegenüber befindet sich ein von Bäumen beschatteter Rasenplatz.

In dem Saal sind vier Reihen Tische und Bänke zu je 6, bezw. 8 Sitzplätzen aufgestellt. An der Wand neben der Küche befinden sich zwei Wasserbecken g, h, die mit Über- und Ablauf versehen sind und stets mit durch das abgehende Kondensationswasser der Dampfleitung erwärmtem Wasser gefüllt gehalten werden, in welchem die Leute nach eingenommener Mahlzeit das Essgeschirr spülen können.

Von den beiden Küchen hat die links vom Eingang gelegene Einrichtungen zum Wärmen der mitgebrachten Speisen, die gegenüberliegende zum Kochen. Die Glaswand, welche die Küchen von dem Speisesaale trennt, ist auf ihre ganze Länge von einem Serviertisch durchzogen. Zahlreiche Schalter, welche sich in senkrechter Richtung bewegen, vermitteln den Verkehr zwischen den vor die Glaswand im Speisesaal tretenden Arbeitern und den im Innern der Küche bedienenden Wärterinnen. Früh um halb sechs Uhr, vor Beginn der Arbeit, wird das Speisehaus geöffnet, und vier dazu bestimmte Personen begeben sich in die beiden Küchen, wo sie die zum Wärmen, bezw. Kochen bestimmten Speisen durch die Schalter von den Arbeitern in Empfang nehmen. An jeden abgegebenen Speisetopf oder Korb wird ein Zeichen gehängt und dem Eigentümer ein Zeichen mit gleicher Nummer eingehändigt. Um sechs Uhr wird das Speisehaus geschlossen. Die Pförtnerin lässt zur bestimmten Zeit den Dampf in die Öfen. Kurz vor zwölf Uhr begeben sich die Wärterinnen wieder in das Speisehaus und nehmen die Speisetöpfe aus den Öfen. Um zwölf Uhr haben die Arbeiter Zutritt in das Speisehaus; jeder erhält gegen Rückgabe des erhaltenen Zeichens seinen Speisetopf zurück. Nach eingenommener Mahlzeit werden die Speisetöpfe am Schalter wieder abgegeben. Dann wird von Arbeiterinnen, die in bestimmtem Turnus dazu von der Fabrikarbeit entlassen werden, unter Anleitung der Wärterinnen eine gründliche Reinigung aller Räume vorgenommen. Um sechs Uhr nach Schluss der Arbeit erhalten die Leute die leeren Speisetöpfe und Körbe zurück.

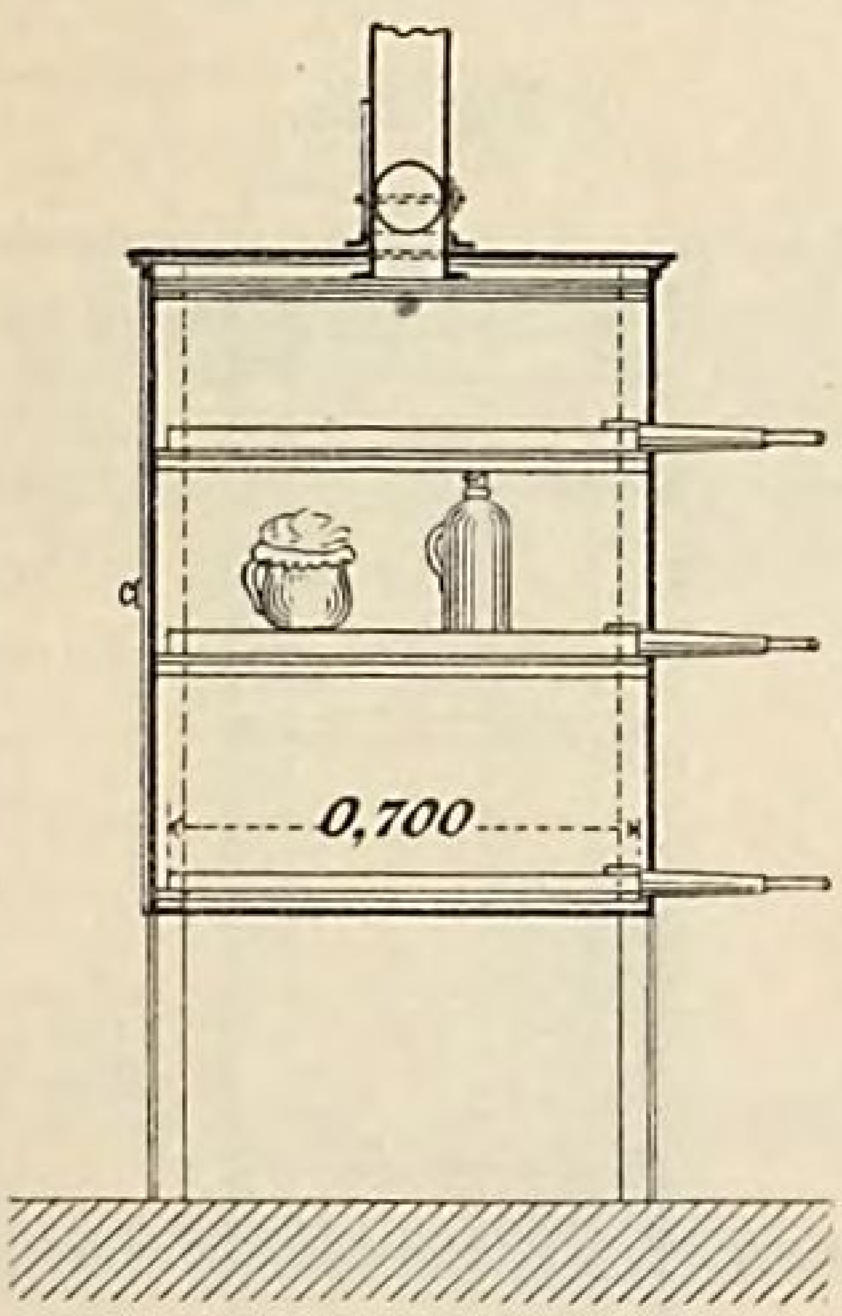
Zum Wärmen der Speisen werden bei der eben beschriebenen Anlage einfache Öfen verwendet, wie sie in Fig. 274 bis 276 (S. 479) dargestellt sind.

Dieselben bestehen aus einem nach Art der eisernen Herde konstruierten zweithürigen Schranke, in welchem sich in etwas ungleicher Entfernung von einander drei hohle eiserne Heizplatten — Lieferant Moritz Jahr in Gera — befinden; dieselben sind geschweisst und auf 8 Atmosphären Überdruck geprüft. Der obere und untere Boden sind zur Verhinderung der Ausstrahlung mit einem Schutzblech versehen, die Zwischenräume mit Holzasche gefüllt. Von jedem Ofen führt ein mit Regulierklappe versehenes Rohr zu dem gemeinschaftlichen grösseren Rohre, welches den Dunst der Speisen zum Dach hinausleitet. In jedem Ofen ist Raum für ungefähr 75 Speisetöpfe verschiedener Dimensionen. Durch die Röhren a, a′, a″ tritt der von der Fabrik zugeleitete Dampf in die Heizplatten, zirkuliert in denselben und tritt durch die Röhren b, b′, b″ wieder aus und in den Kondensator ein, von dem das Kondensationswasser in die oben beschriebenen Wasserbecken gelangt.

Recht zweckmässig kann man da, wo Dampf nicht zur Verfügung steht, bezw. die Zuleitung Schwierigkeiten macht, für die gleiche Ver-

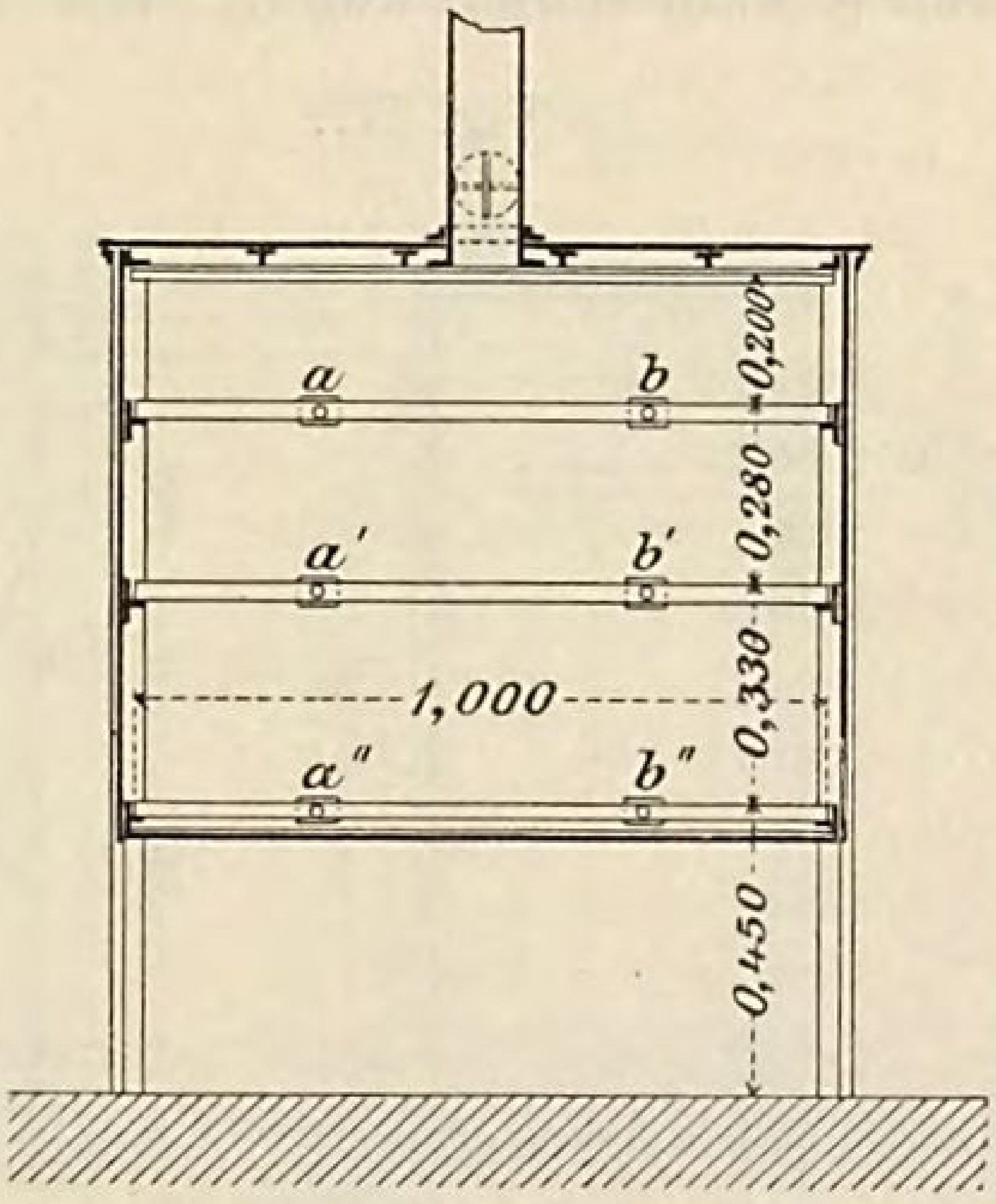
wendung Wärmöfen mit Gasfeuerung aufstellen, wie sie in den verschiedensten Abmessungen u. a. von der Deutschen Kontinental-Gasgesellschaft in Dessau geliefert werden.

Fig. 274.



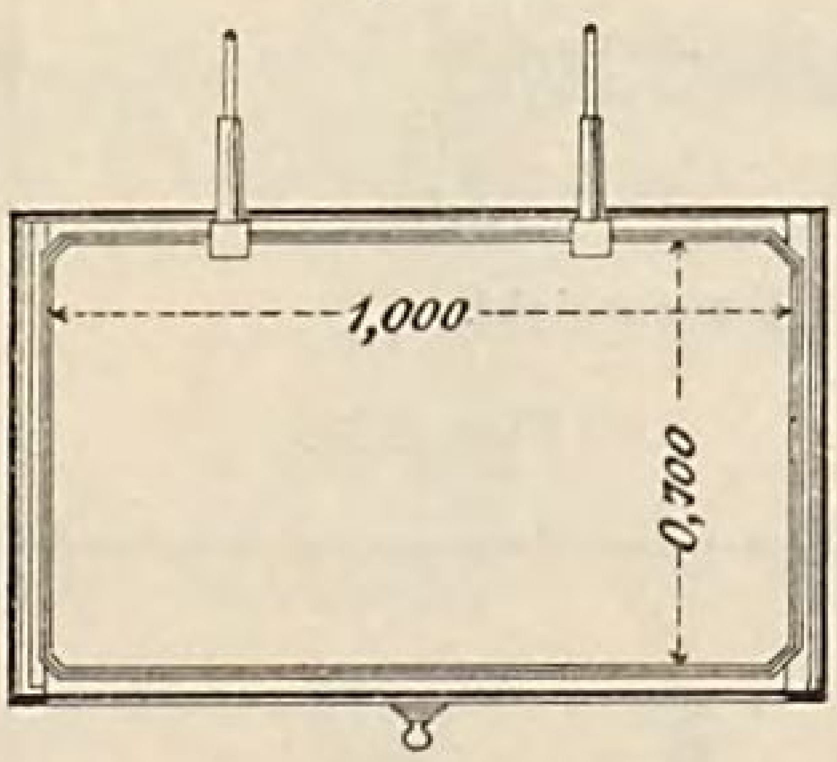
Querschnitt.

Fig. 275.



Längsschnitt.

Fig. 276.



Grundriss.

Ofen zum Wärmen der mitgebrachten Speisen.

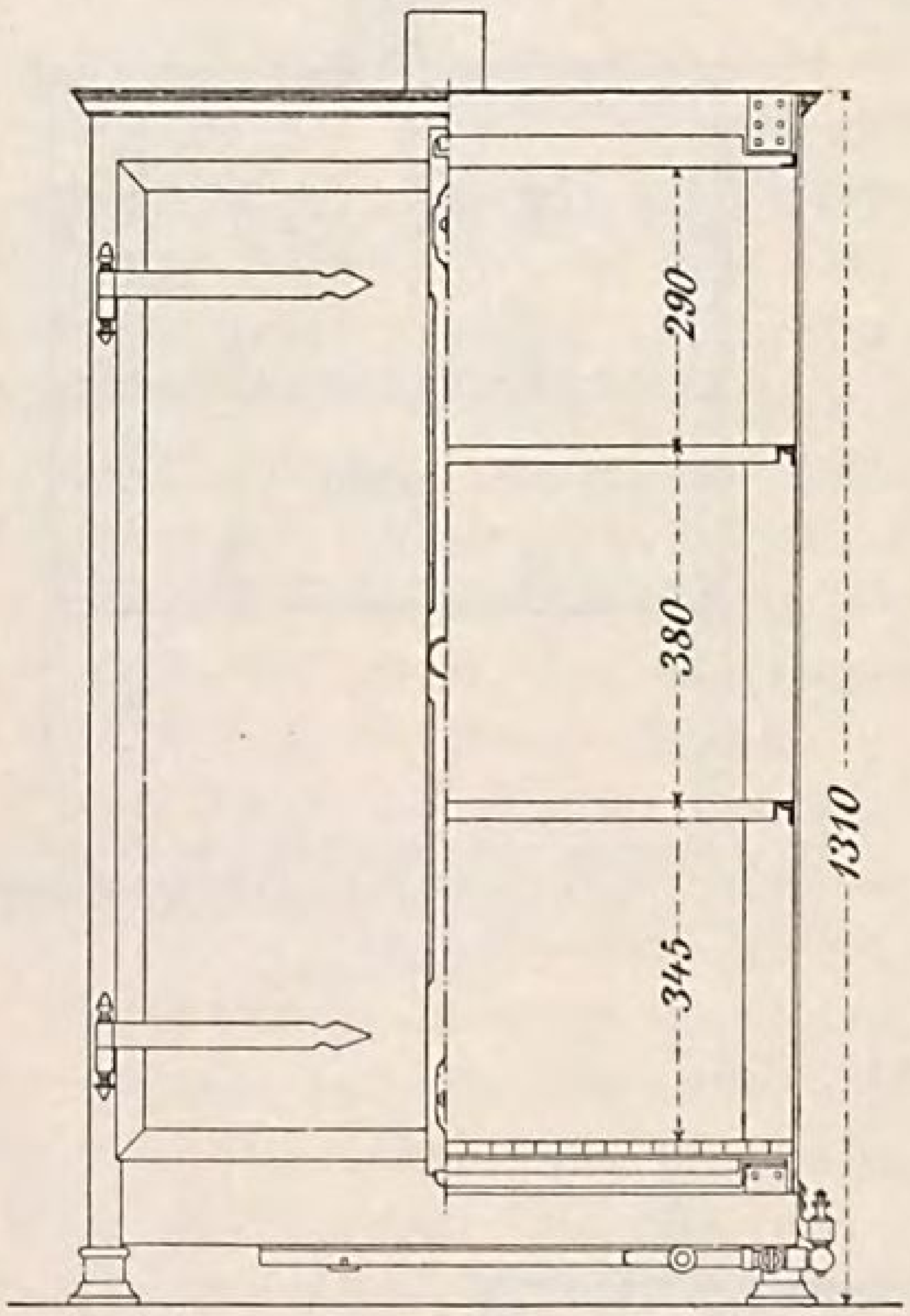
Speisehausanlage der Augsburger Kammgarnspinnerei.

Ein solcher Wärmofen ist in Fig. 277 bis 279 dargestellt. Derselbe besteht wie der vorher beschriebene aus einfachen eisernen Wandungen; der Gasverbrauch ist so gering, dass von doppelten Wandungen mit Wärmeschutzmasse abgesehen werden kann. Die Gasbrenner befinden sich unterhalb des gusseisernen Bodens, an dem die Verbrennungsprodukte durch besondere Kanäle entlang und dann in senkrecht in den Ecken aufsteigende Röhren geleitet werden, die sich in dem Zwischenraum der doppelwandig ausgeführten Decke des Schrankes wieder vereinigen. Von hier führt ein Abzugsrohr nach einem Dunstabzug. Der Preis dieser Wärmschränke beträgt je nach der Grösse 144 bis 348 M.

Besondere Umstände können es erforderlich machen, dass derartige Einrichtungen noch erweitert werden, d. h. dass eine teilweise Beköstigung

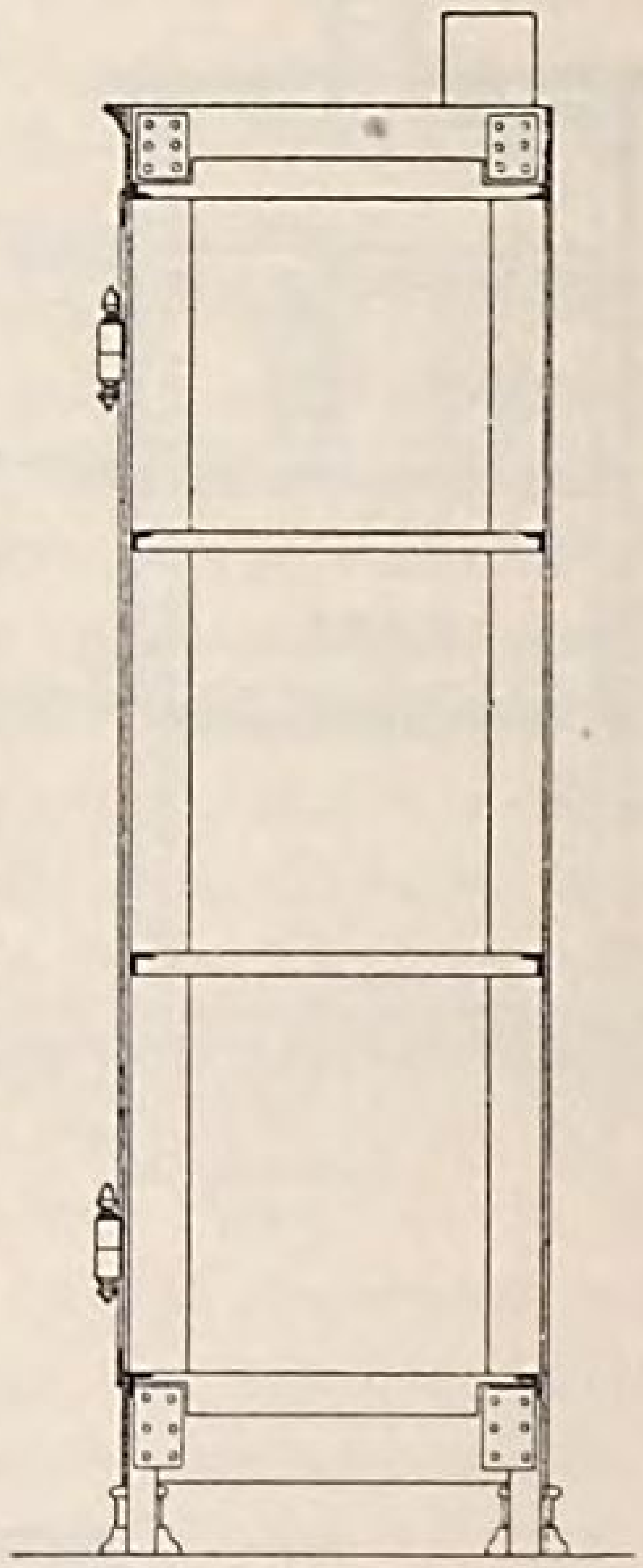
der Arbeiter in der Fabrik selbst stattfindet. Auf die wirtschaftliche und soziale Bedeutung solcher Fabrikspeiseanstalten können wir hier nicht eingehen. Im allgemeinen wird es der wünschenswertere Zustand sein, wenn der verheiratete Arbeiter wenigstens seine Hauptmahlzeit in der Familie einnehmen kann. Wir haben hier nur die Fälle im Auge,

Fig. 277.



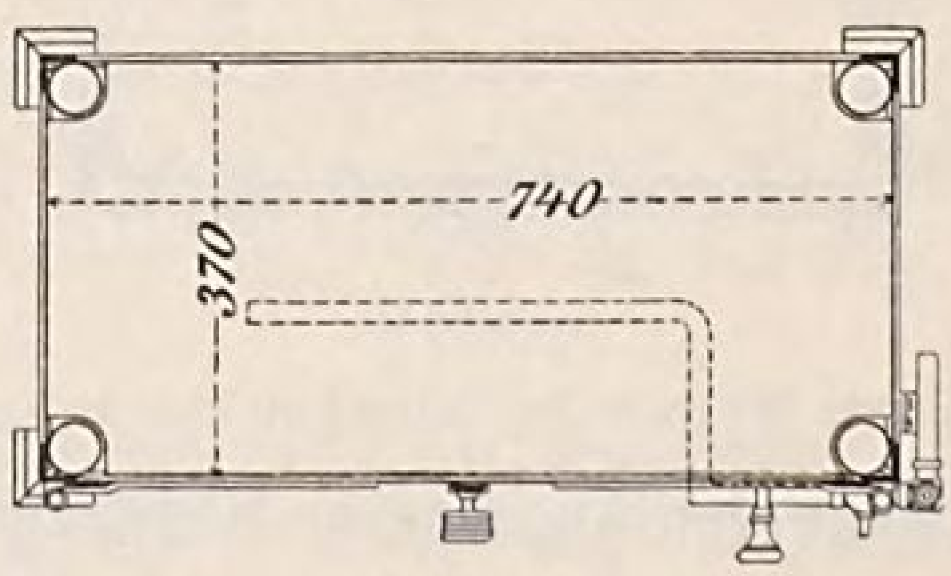
Vorderansicht. — Innenansicht.

Fig. 278.



Querschnitt.

Fig. 279.



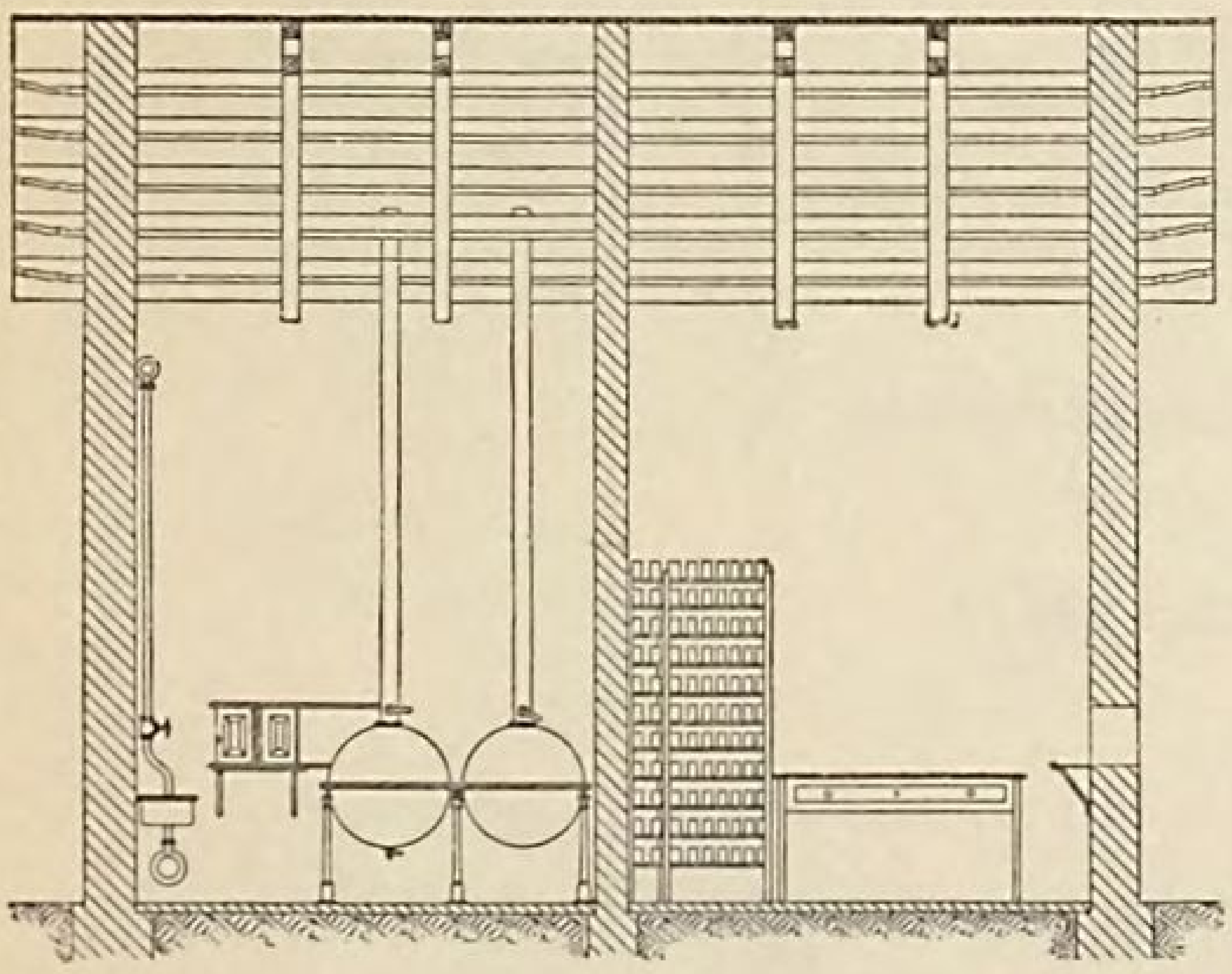
Grundriss.

Wärmofen der Deutschen Kontinental-Gasgesellschaft in Dessau.

wo hygienische Rücksichten eine Einflussnahme der Fabrik auf die Ernährungsweise der Arbeiter direkt erforderlich erscheinen lassen. In dieser Beziehung ist häufig die Erfahrung gemacht, dass gewisse schädigende Einflüsse des Gewerbebetriebes sich in verstärktem Maasse geltend machen, wenn die Disposition zu Erkrankungen durch eine unzweckmässige Ernährung erhöht wird. Wo z. B. weit entlegene Wohnungen es den Arbeitern unmöglich machen, sich während der Arbeitspause in der Mittagszeit zu Hause zu verköstigen oder sich das frisch zubereitete

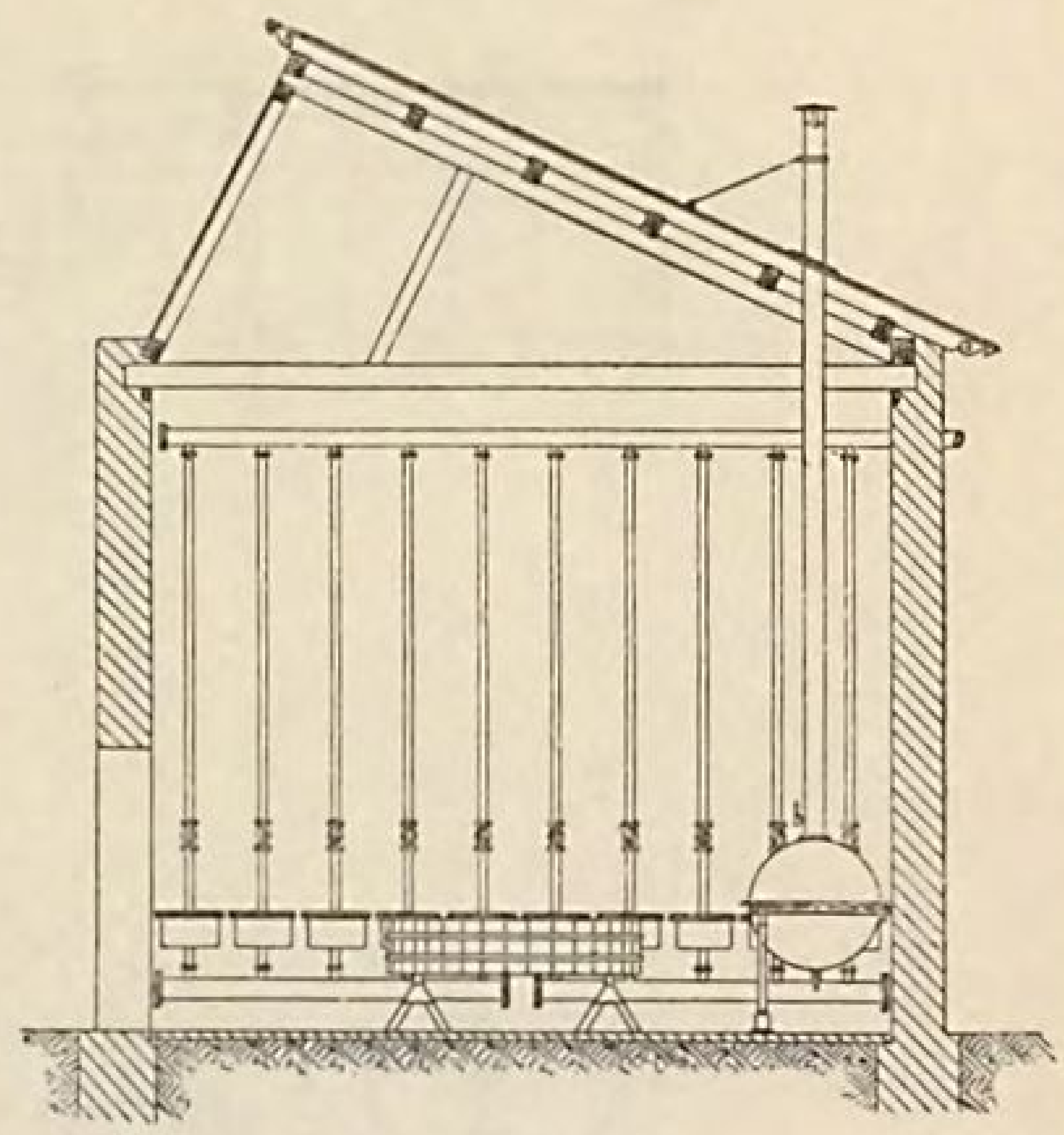
Mittagessen in die Arbeitsstätte bringen zu lassen, und dieselben aus diesem Grunde gezwungen sind, den ganzen Tag von kalten Speisen zu leben, wird man bald beobachten, dass die Erkrankungen der Verdauungsorgane einen unverhältnismässig hohen Prozentsatz in der Krankenstatistik einnehmen. Kommt alsdann der Einfluss giftiger Substanzen, wie z. B.

Fig. 280.



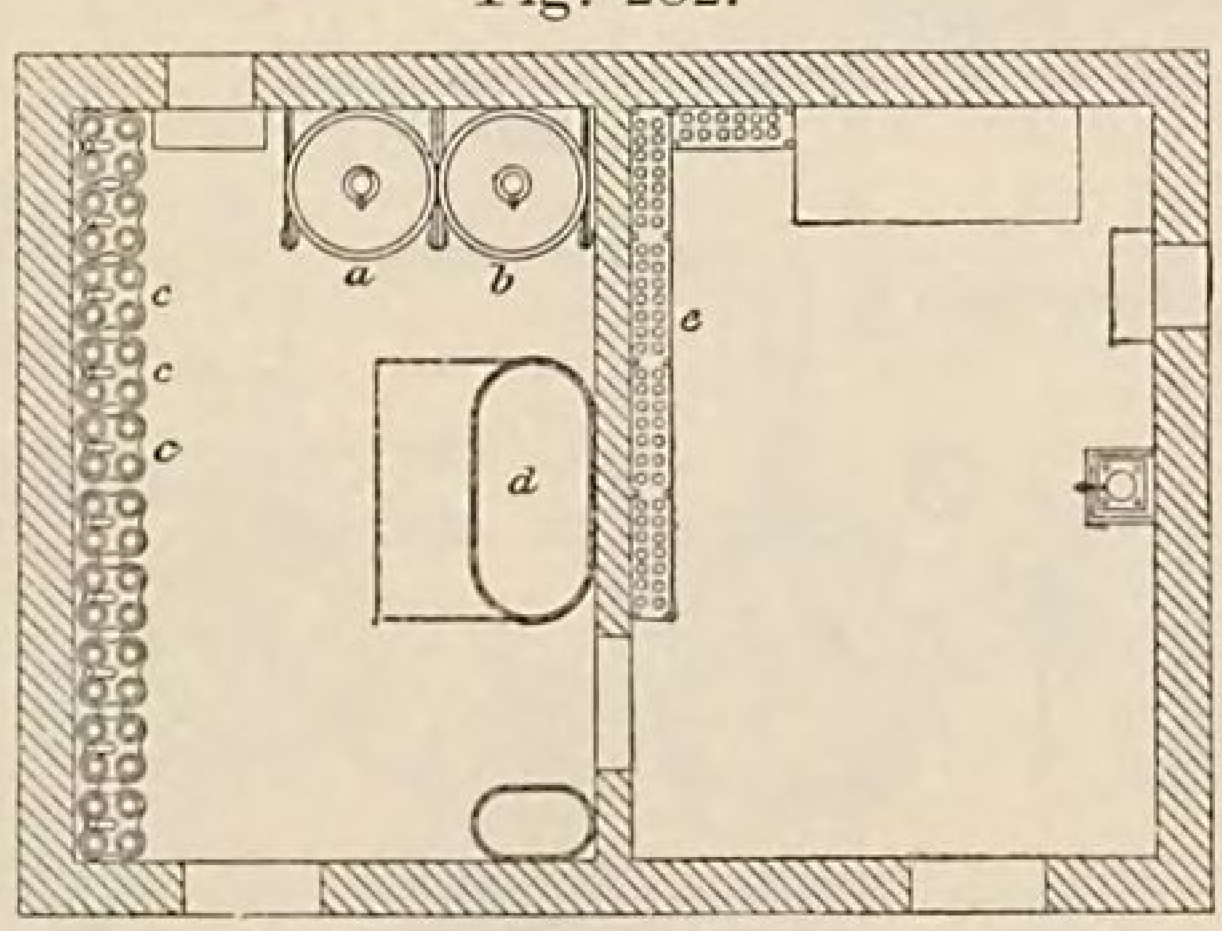
Längsschnitt.

Fig. 281.



Querschnitt.

Fig. 282.



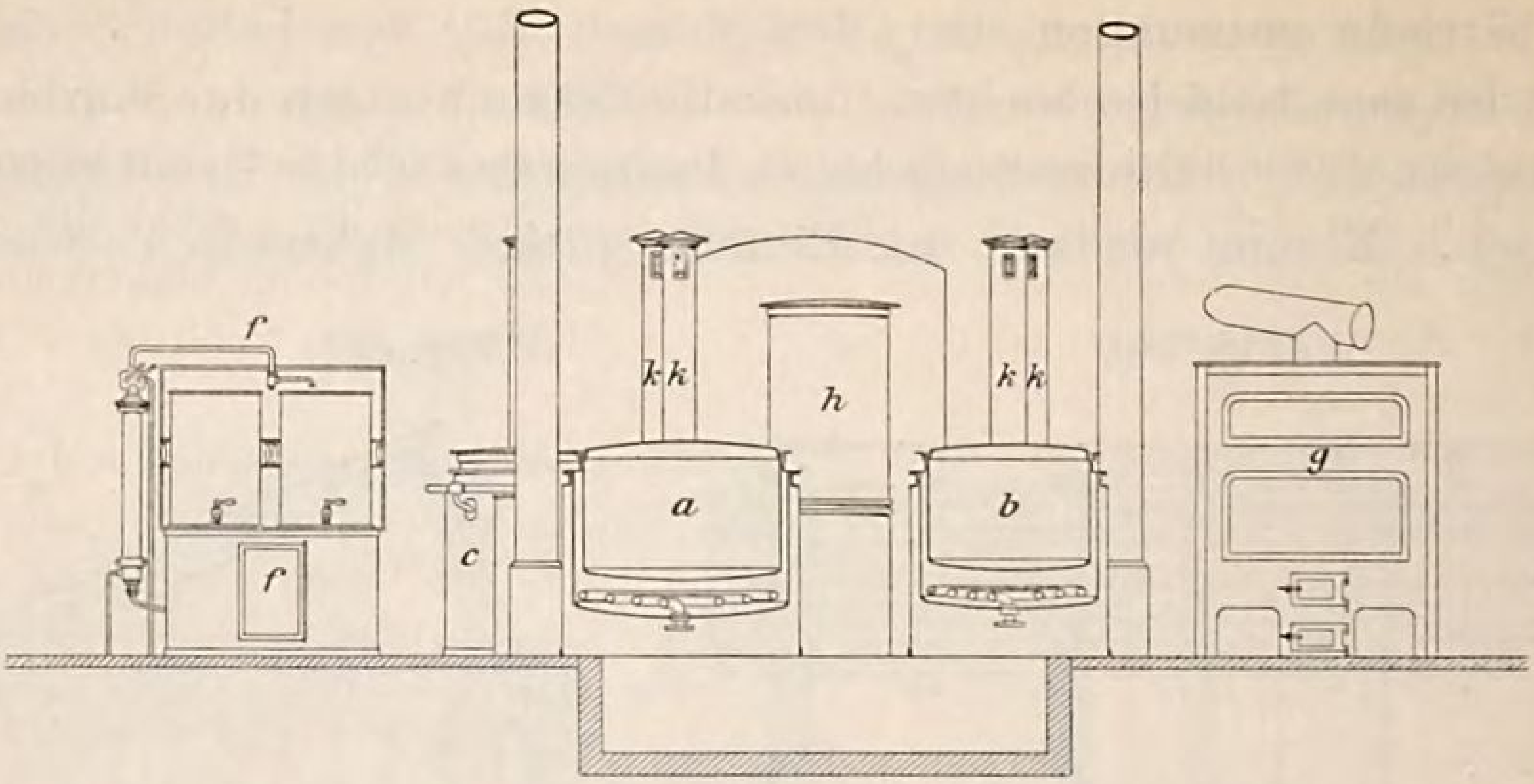
Grundriss.

Arbeiterküche der Handelsgesellschaft S. Fränkel in Neustadt in Oberschlesien.

des Bleies, dazu, so unterliegt es keinem Zweifel, dass diese eine viel verheerendere Wirkung ausüben werden als auf zweckmässig ernährte Individuen. Andererseits hat man wiederholt die Erfahrung machen und diese durch Zahlen erhärten können, dass nach Einführung einer zweckmässigeren Ernährung die Erkrankungshäufigkeit bald abgenommen hat.[1]) Es dürfte daher nicht unangemessen erscheinen, an dieser Stelle auch

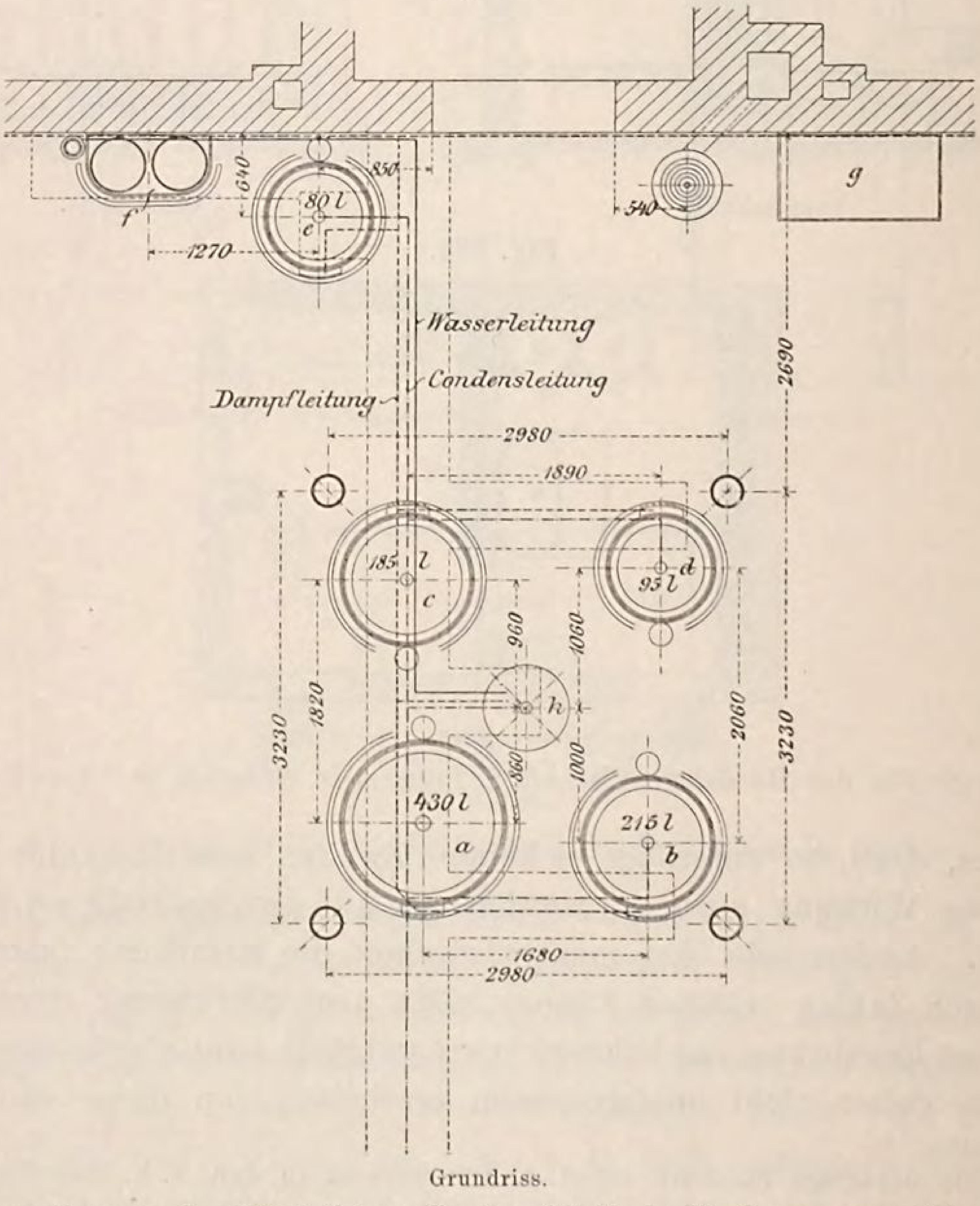
[1]) Eine derartige Statistik ist u. a. vor kurzem in den k. k. Tabakfabriken in Österreich erhoben. Vergl. Die sanitären Verhältnisse der Arbeiter in den k. k. Tabakfabriken in Österreich. Das österr. Sanitätswesen 1894, No. 38.

Fig. 283.



Ansicht.

Fig. 284.



Grundriss.

Küchenanlage in der Königlichen Geschossfabrik in Siegburg, ausgeführt von der Hildesheimer Sparheerdfabrik A. Senking.

das Wesentlichste über die Einrichtung von eigentlichen Kochküchen für Fabrikbetriebe mitzuteilen.

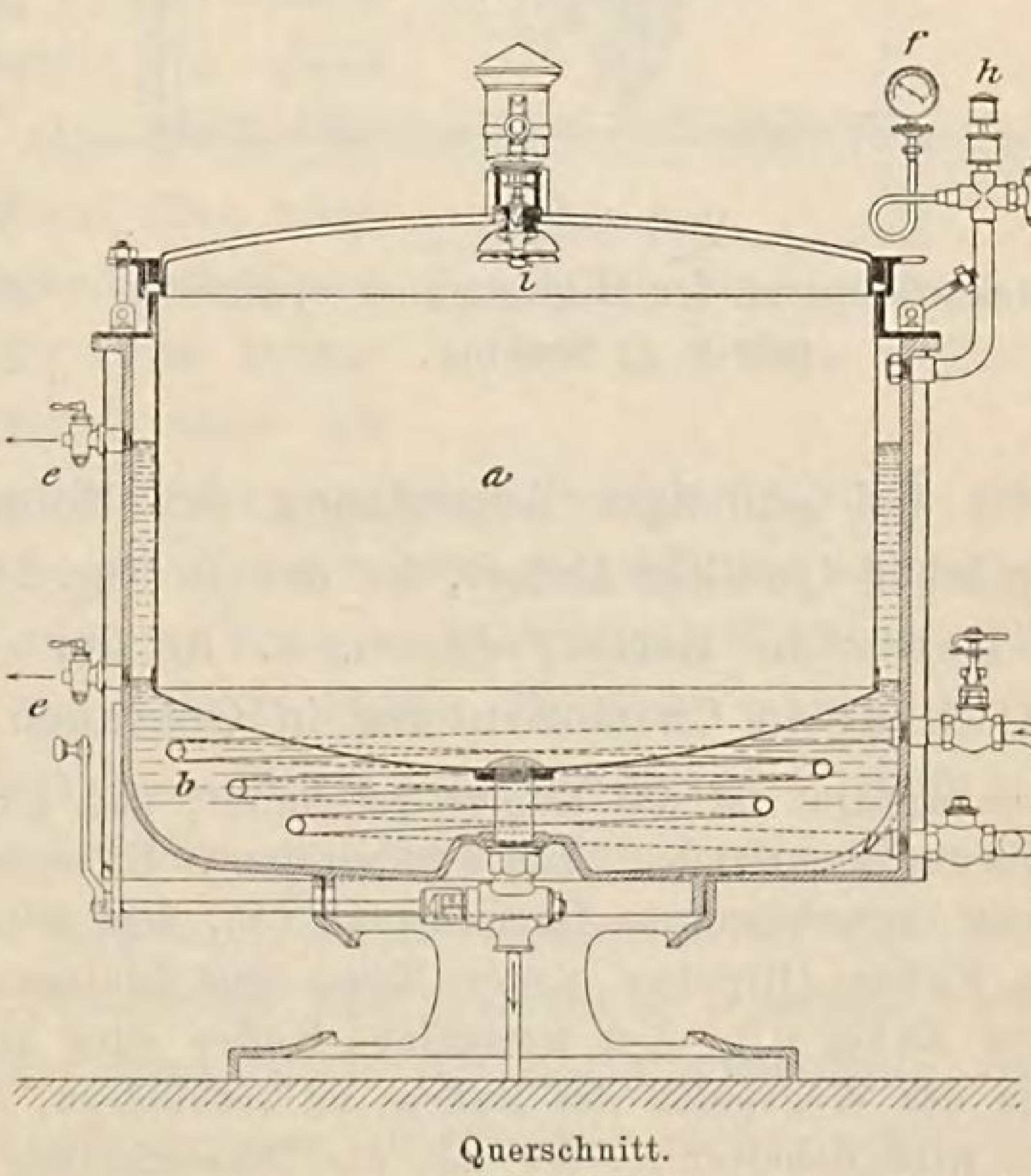
In der oben beschriebenen Speisehausanlage von W. Leyendecker & Co. in Köln dient die zwischen den beiden Speiseräumen liegende Küche dem oben besprochenen Zweck. Wie aus der Abbildung (Fig. 272, S 477) ersichtlich, besteht die einfache Einrichtung aus drei Kochkesseln (g), die zum Kochen mit Dampf eingerichtet sind, und einem Heerd e mit Brateinrichtung. Ein Spülstein c, ein Spültisch d und ein Anrichtetisch f vervollständigen die Einrichtung.

Eine andere Anlage ist in Fig. 280 bis 282 (S. 481) dargestellt. Von den beiden Dampfkochkesseln dient der eine (a) zur Zubereitung von Kaffee, der andere (b) zum Kochen von Suppe. Die kleinen mit Dampf geheizten Apparate cc dienen zum Einhängen der im Nebenraum auf Wandbrettern untergebrachten Kochgefässe e, in denen von den Arbeitern mitgebrachte Speisen gewärmt werden können. Die Anlage ist von der Maschinenbauanstalt G. H. v. Ruffer in Breslau ausgeführt.

In Fig. 283 und 284 ist die Grundrissanordnung und Ansicht einer von der Hildesheimer Sparheerdfabrik A. Senking für die Königliche Geschossfabrik in Siegburg ausgeführten Küchenanlage schematisch dargestellt. Dieselbe kann als mustergiltig für einen sehr grossen Betrieb angesehen werden. Die Senking'schen Anlagen haben sich überhaupt in zahlreichen Ausführungen ausserordentlich bewährt und werden in jeder beliebigen Grösse ausgeführt.

Die hier gezeichnete Anlage umfasst vier grosse Kessel a, b, c, d von 430, 215, 185 und 95 l Inhalt, einen besonderen Milchkessel e, einen Kaffeekochapparat f und einen Bratheerd g. Wie aus Fig. 285 ersichtlich, hängt der Kochkessel a in einem Wasserbade b, in welchem unten eine Dampfschlange liegt, die von der Kesselanlage der Fabrik aus gespeist wird. Bei c tritt der Dampf in die Schlange ein, um dieselbe durch das mit dem Kondensator (Fig. 283) verbundene Rohr d wieder zu verlassen. Wo Fabrikdampf nicht vorhanden ist, werden dieselben Kessel auch mit direkter Feuerung angelegt. Zwei seitlich angebrachte Probierhähne ee gestatten die Beobachtung des Wasserstandes in dem Wasserbade. Letzteres ist mit Manometer f, Fülltrichter g und Dampfventil h armiert. Der eigentliche Speisekessel ist mit einem hermetisch schliessenden, in Scharnieren beweg-

Fig. 285.



Querschnitt.

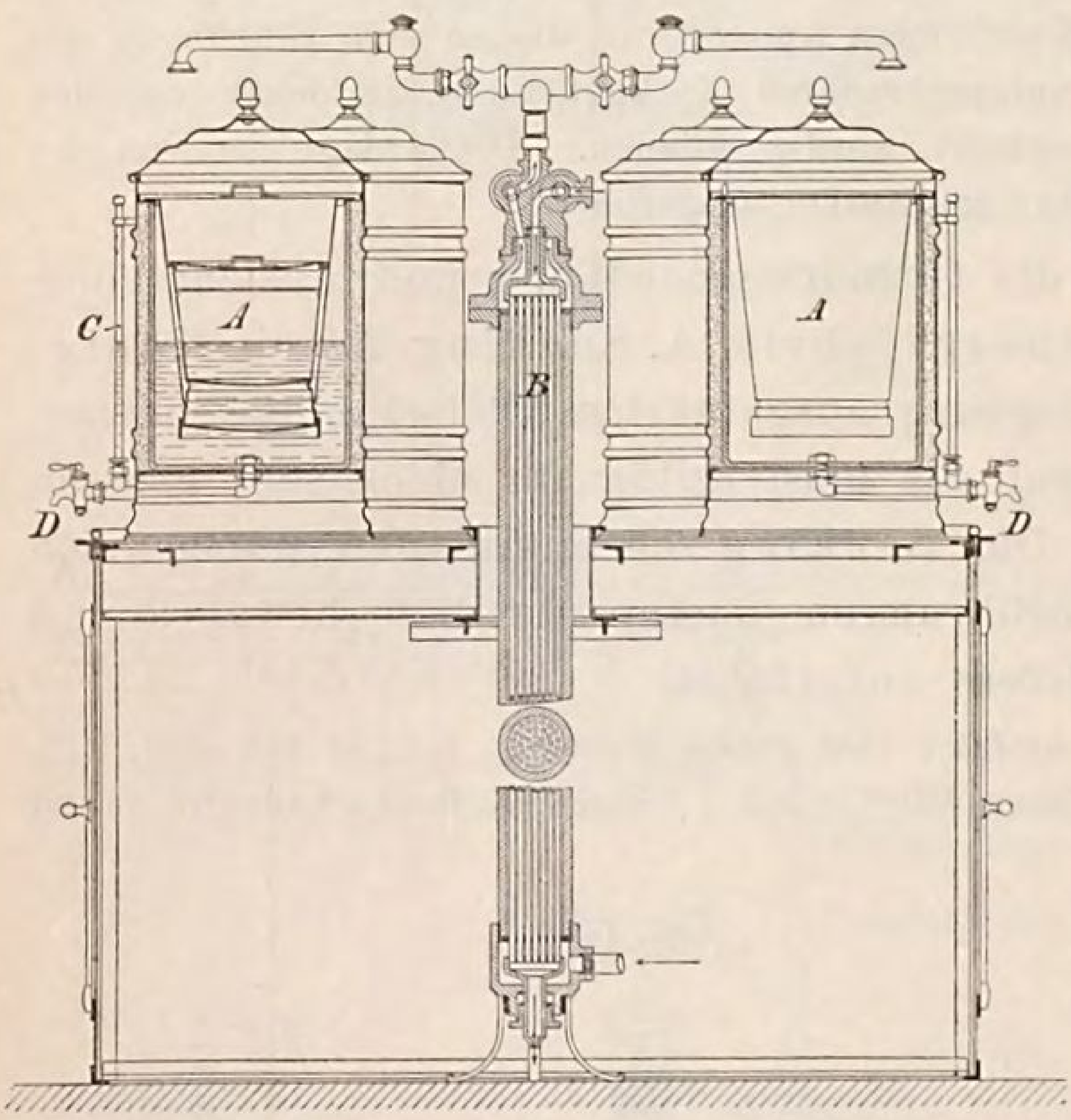
Kochkessel der Hildesheimer Sparheerdfabrik A. Senking.

lichen Deckel versehen, welcher durch Gegengewicht und Kette, die über eine oben an der Säule k (Fig. 283) befestigte Rolle geführt ist, leicht beweglich gemacht ist. In der Mitte ist der Deckel mit einem Ventil i versehen.

Die Konstruktion des Senking'schen Kaffeekochapparates ist aus Fig. 286 ersichtlich.

Die zylindrischen Kaffeekessel AA, die rings mit einem Isoliermantel umgeben sind, enthalten in ihrem Innern einen Siebeinsatz nach Art des bekannten Karlsbader Trichters, durch welchen der Kaffee filtriert wird. Die Kessel sind mit Kaffeestandszeiger C und Ablaufhahn D versehen. Das kochende Wasser für die Kaffeebereitung wird in dem Gegenstromapparat hergestellt, in welchen das von der Wasserleitung entnommene Wasser unten eintritt und an einem Bündel von Dampfröhren vorbeigeführt wird, in welchen der Dampf von oben nach unten strömt. Der durch das entgegenströmende kalte Wasser abgekühlte Dampf fliesst als Kondenswasser unten ab; das durch den Dampf erhitzte Wasser steigt nach oben und wird durch den Schwenkhahn beliebig über den einen oder den anderen Kaffeekessel geleitet.

Fig. 286.



Querschnitt.

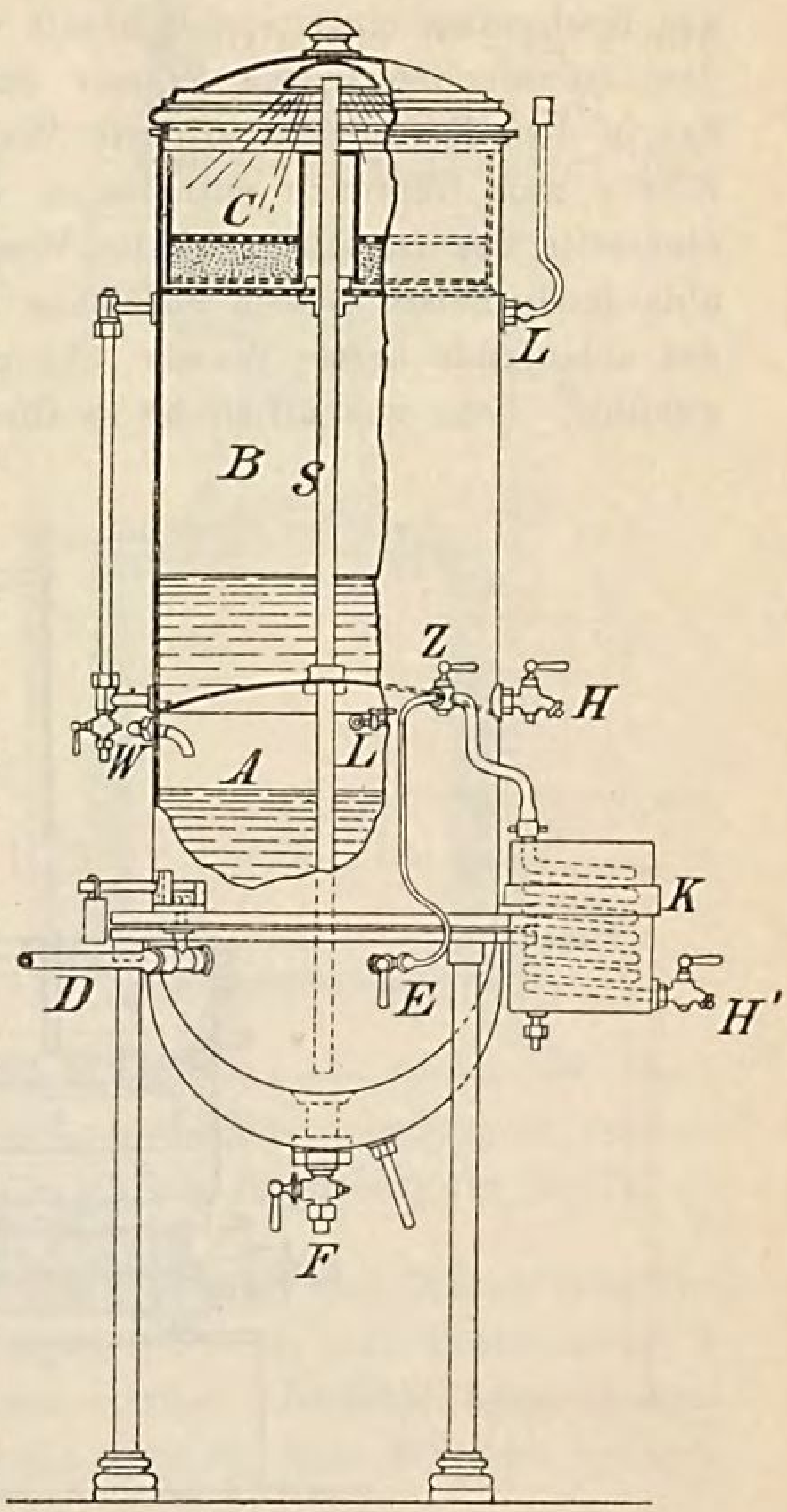
Kaffeekochapparat der Hildesheimer Sparheerdfabrik A. Senking.

Ein recht zweckmässiger Kaffeekochapparat, der sich sehr leicht und einfach jedem Betriebe anpasst, in welchem Dampf zur Verfügung steht, und der bei günstiger Ausnutzung des Rohmaterials einen Kaffee von vorzüglicher Qualität liefert, ist der in Fig. 287 (S. 485) dargestellte von E. A. Lentz in Berlin, der u. a. in der Königlichen Porzellanmanufaktur in Charlottenburg in Gebrauch ist.

Der Apparat ist aus Kupfer gearbeitet, und alle mit dem Wasser oder Kaffee in Berührung kommenden Teile sind verzinnt. Er besteht aus drei Teilen: dem Wasserraum mit angeschraubtem Dampfmantel (A), dem mittleren Gefäss zur Aufnahme des fertigen Kaffees (B), dem oberen Raum zum Einlegen des Siebeinsatzes für den gemahlenen Kaffee (C). Der gemahlene Kaffee wird auf dem Siebeinsatz ausgebreitet, und, um das Wegspülen des Kaffees zu verhindern, ein zweiter Siebboden aufgelegt. Alsdann wird Behälter A, der mit der Wasserleitung W verbunden ist, mit Wasser gefüllt und das Dampfventil D geöffnet. Das hierdurch zum Kochen gebrachte Wasser steigt durch das Steigrohr S in die Höhe, ergiesst sich über den Kaffee, und der fertige

Kaffee fliesst in den Behälter B. Der Kaffee wird durch den Hahn H abgelassen. Ein an dem Behälter B angebrachter Wasserstandszeiger lässt den Füllungsgrad desselben erkennen. Ein eventuelles Überkochen kann durch Öffnen des Ablasshahnes F jederzeit verhindert werden. Mit dem Behälter B ist durch den Zweiweghahn Z noch ein kleiner Kühlapparat K in Verbindung gebracht, um den heissen Kaffee in demselben soweit abkühlen zu können, dass er sofort trinkbar ist. Dieser Zweiweghahn Z ist aber auch durch ein Rohr und den Hahn E mit dem Dampfmantel verbunden, um nach Umstellung des Hahnes während des Betriebes destilliertes Wasser erhalten zu können. Der Apparat, der innerhalb 15 Minuten 50 l Kaffee liefert, kostet 200 Mark.

Fig. 287.



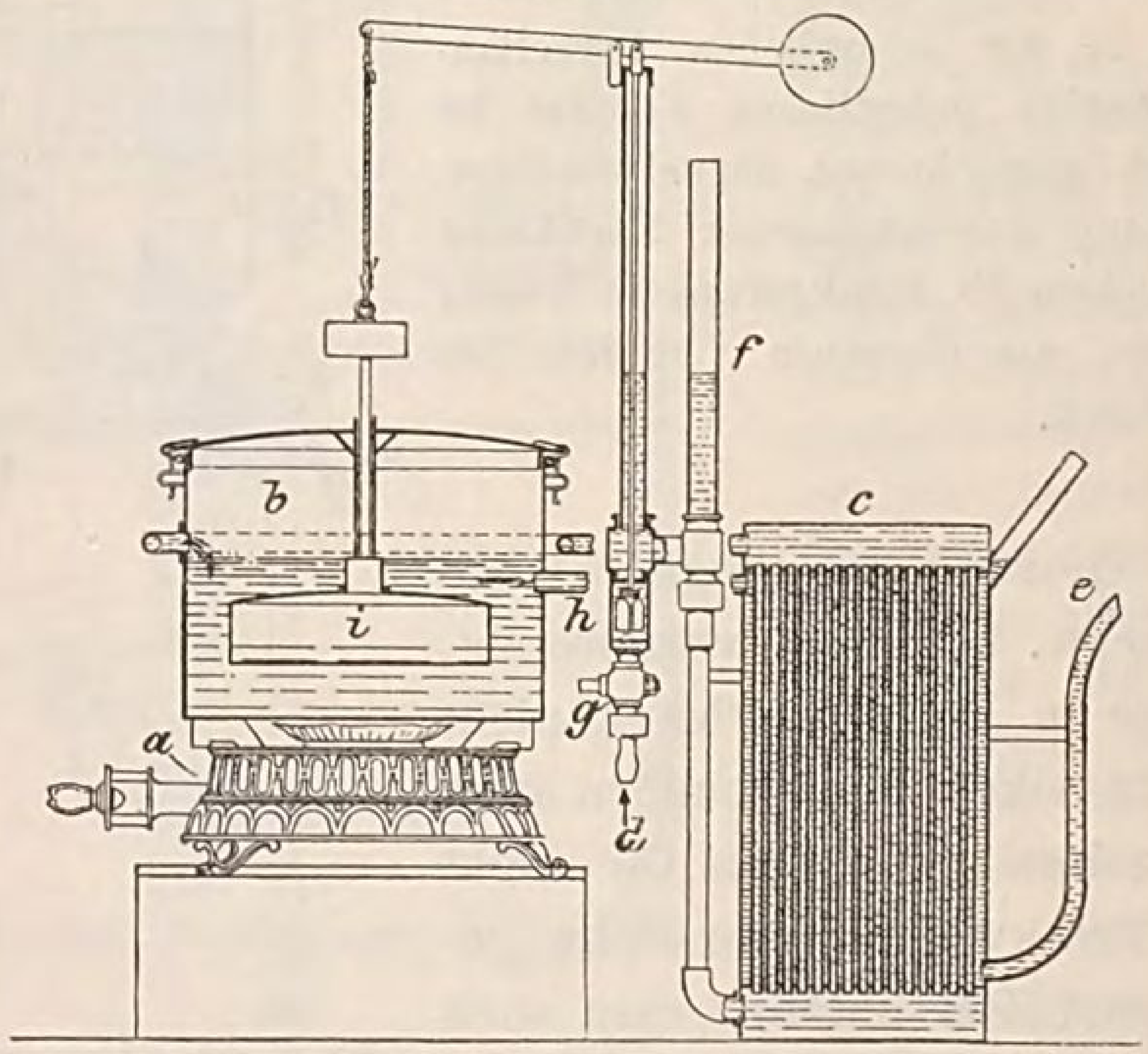
Kaffeekochapparat für Dampfbetrieb von E. A. Lentz in Berlin.

Neben dem in der Königlichen Porzellanmanufaktur in Betrieb befindlichen Apparat ist noch ein, hier nicht gezeichneter, doppelwandiger, an die Dampfleitung angeschlossener Kochkessel angebracht, in welchem die Trinkgefässe in Wasser ausgekocht werden, um dieselben vor dem Gebrauch zu sterilisieren.

Kaffee als Getränk, zu möglichst billigem Preise, bezw. kostenlos verabreicht, hat schon lange in Fabrikbetrieben nicht nur als Eratz für Alkoholica, sondern auch zu Epidemieenzeiten als Ersatz für nicht einwandsfreies Trinkwasser eine Rolle gespielt. In neuester Zeit beginnt man auch in richtiger Würdigung der Bedeutung des Wassers für die Verbreitung von Infektionskrankheiten dem Trinkwasser als solchem eine erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die drohende Choleragefahr der letzten Jahre hat zu der Konstruktion einer Reihe von Apparaten geführt, die bestimmt sind, grössere Mengen keimfreien Wassers zu liefern, und die neuerdings auch in die Fabriken Eingang gefunden haben. Dieselben benutzen nach dem Vorschlage von Werner v. Siemens zur Abkochung des Wassers das altbekannte Gegenstromprinzip, durch dessen Anwendung einesteils der Verbrauch an Heizmaterial auf das Minimum reduziert, andererseits die Abkühlung des gekochten Wassers wesentlich beschleunigt wird. Dieselben sind meist für die Verwendung von Gas als Heizmittel konstruiert, doch ist selbstverständlich nicht ausgeschlossen, dass sie mit kleinen Abänderungen der Konstruktion auch für jedes andere Feuerungsmaterial eingerichtet werden können.

Der in Fig. 288 abgebildete Apparat wird von der Firma Friedrich Siemens & Co. in Berlin in verschiedenen Grössen bis zu einer Leistung von 75 l in der Stunde geliefert. Mit Hilfe eines Gaskochers a wird das in dem Kochgeschirr b befindliche Wasser siedend erhalten. Ehe das Wasser von dem Wasserleitungsanschluss d aus in das Kochgefäss eintritt, durchläuft es das Wärmeaustauschgefäss c, durch welches, von dem zulaufenden kalten Wasser durch möglichst ausgedehnte Wandungen getrennt, das in dem Kochgefäss erhitzte Wasser hindurchlaufen muss, ehe es aus dem Ablaufrohr e zum Gebrauch entnommen wird. Es wird also in dem Wärmeaustauschgefäss einerseits das zugeführte kalte Wasser, ehe es in das Kochgefäss gelangt, durch das ablaufende heisse Wasser auf einen ziemlich hohen Grad vorgewärmt, andererseits wird das ablaufende heisse Wasser, ehe es austritt, durch das zugeführte kalte Wasser abgekühlt. Sehr wesentlich ist es für den vorliegenden Zweck, dass das Wasser in dem

Fig. 288.



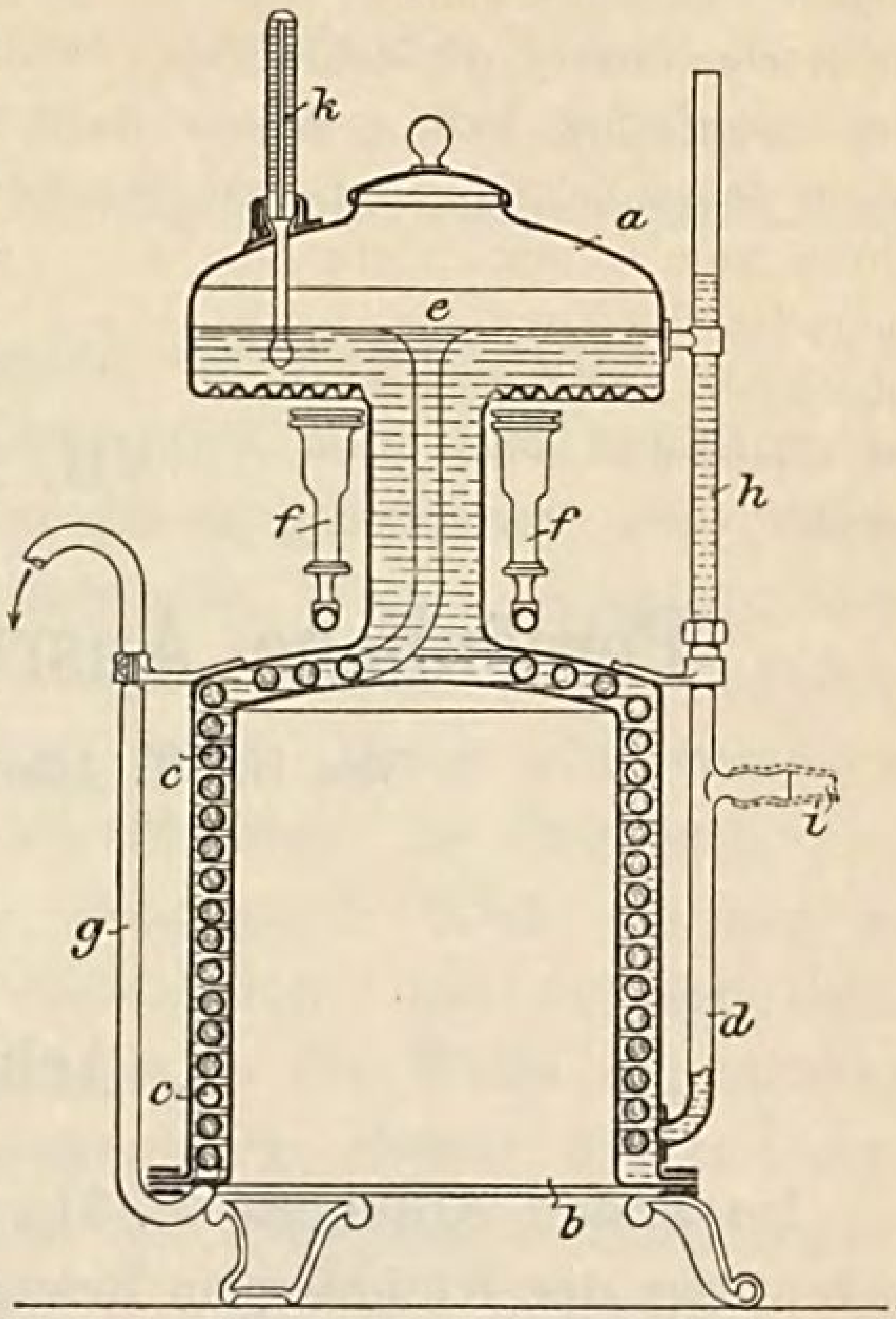
Wassersterilisierungsapparat von Friedrich Siemens & Co. in Berlin.

Kochgefäss während der Ingebrauchstellung niemals aus dem Kochen kommt. Um dies unabhängig von jeder Überwachung zu erreichen, ist an dem Apparat eine Vorrichtung zur selbstthätigen Regelung des Wasserzuflusses angebracht. Dieselbe erfolgt durch den Schwimmer i, welcher durch die beim Kochen des Wassers unter ihm sich sammelnden Dampfblasen gehoben wird. Erst dadurch öffnet sich das in dem Zulaufrohr angebrachte Ventil h, durch welches neues Wasser in das Kochgefäss eintritt. Sobald der Schwimmer infolge mangelnder Dampfbildung — also beim Nichtsieden des Wassers — sinkt, schliesst sich das Ventil h, und es kann kein neues Wasser hinzutreten. Es ist also jede Möglichkeit ausgeschlossen, dass nicht vollständig durchgekochtes Wasser zum Auslaufen gelangt. Nach den Untersuchungen von Rubner und Davids[1]) liefern diese Apparate ein vollkommen keimfreies Wasser. Die Heizkosten betragen nach denselben Autoren bei einem Preise des Leuchtgases von 16 Pf. nur 1,89 M. für 1000 l abgekochten Wassers.

[1]) Berliner klinische Wochenschrift 1893, No. 36.

Der auf demselben Prinzip beruhende Apparat von Rietschel & Henneberg in Berlin (Fig. 289) besteht aus dem oberen, durch zwei Gasbrenner f geheizten Kochgefäss a und dem zur Abkühlung und Vorwärmung dienenden unteren doppelwandigen Gefäss b. Dasselbe ist im Innern mit einem Schlangenrohr c ausgerüstet, welches oben in das Gefäss a trichterförmig ausmündet, unten den Boden von b durchbricht und mit dem Auslaufrohr g endet. Das zu sterilisierende Wasser wird dem Apparat durch das bei i mit der Wasserleitung verbundene Zulaufrohr d zugeführt, strömt also am tiefsten Punkt des Gefässes b ein, drängt, indem es das Schlangenrohr c umspült, nach oben, wird in dem Kochgefäss a auf Siedetemperatur erwärmt, fliesst durch die trichterförmige Mündung in das Schlangenrohr über, sinkt in demselben nieder und tritt durch das Rohr g schliesslich aus, nachdem es beim Niedersinken seine höhere Temperatur an das zufliessende Wasser abgegeben hat. Die Menge des den Apparat stündlich durchfliessenden Wassers hängt von dem Druck ab, mit welchem dasselbe bei i eintritt. Dieser Druck wird in dem gläsernen Standrohr h sichtbar und muss durch Regulierung des Zuflusshahnes möglichst auf die an dem Rohr h angebrachte Marke eingestellt werden. Steht der Druck im Standrohr h höher, dann wächst das Wasserquantum, wobei die Ausflusstemperatur etwas sinkt, und umgekehrt. An dem Thermometer k kann die jeweilige Temperatur des Wassers abgelesen werden. Derselbe Apparat wird auch mit einem selbstthätigen Regulierungsapparat, ähnlich dem bei dem vorigen Apparat beschriebenen, geliefert.

Fig. 289.



Wassersterilisierungsapparat von Rietschel & Henneberg in Berlin.

Ausser den beiden hier beschriebenen Apparaten werden auf demselben Prinzip beruhende u. a. auch von den Firmen Schäffer & Walker und David Grove in Berlin, von Rud. Otto Meyer in Hamburg und von der Deutschen Kontinental-Gas-Gesellschaft in Dessau geliefert.

VII. Abschnitt.

Persönliche Ausrüstung des Arbeiters.

Von Dr. **H. Albrecht**, Gross-Lichterfelde.

A. Arbeitskleidung.

Im ersten Abschnitt (S. 31) ist bereits darauf hingewiesen, welche Bedeutung der Kleidung in Bezug auf die Luftbeschaffenheit der Arbeitsräume zukommt. Die daraus sich ergebende Nutzanwendung für die Praxis ist die, dass überall ebenso wie auf körperliche Reinlichkeit (Waschen und Baden) auch auf Sauberkeit in der Kleidung gehalten werden sollte. Am besten wird dieser Forderung genügt werden, wenn in Gewerbebetrieben durchweg das Tragen besonderer Arbeitsanzüge verlangt wird, die beim Beginn der Arbeit gegen die Strassenkleidung eingetauscht werden. Dieselben sollen aus waschbaren Stoffen hergestellt und in nicht zu langen Zwischenräumen — womöglich wöchentlich — gewaschen werden. Dadurch wird einerseits eine Verschlechterung der Luftbeschaffenheit des Arbeitsraumes durch an den Kleidern haftende, in Zersetzung begriffene Schmutzteile verhindert, andererseits die Verschleppung von giftigen Stoffen in die Wohnungen der Arbeiter verhütet (vergl. S. 459). Die mehrfach angeführten gesetzlichen Bestimmungen über den Betrieb in Bleifarben- und Bleizuckerfabriken, Zündholzfabriken, Quecksilberbelegen u. s. w. enthalten dahingehende ausdrückliche Vorschriften, welche dem Arbeitgeber die Beschaffung und Instandhaltung solcher besonderen Arbeitsanzüge auferlegen. Solche Anzüge müssen möglichst dicht anschliessen, aus glattem, dichtem Stoff ohne Falten und Taschen bestehen und durch eine entsprechende Kopfbedeckung ergänzt werden, da gerade an den Haaren Giftstoffe und Staub besonders leicht haften.

Bei gewissen speziellen Verrichtungen sind noch besondere Schutzmittel erforderlich, um die direkte Berührung ungeschützter Körperteile mit den Giftstoffen und das Eindringen der letzteren durch die Haut zu verhüten. Dahin gehört z. B. das Einfetten der Hände, bezw. die Bekleidung derselben mit undurchlässigen Handschuhen bei Arbeiten, bei welchen die Leute mit gelösten oder flüchtigen chemischen Giften zu hantieren haben.

Eine nicht minder wichtige Rolle spielt die Bekleidung als Ursache von Betriebsunfällen. Die Fälle sind nur allzu bekannt, in denen Unfälle schwerster Art dadurch zustande gekommen sind, dass lose flatternde Kleidungsstücke von rotierenden Wellen mitgenommen wurden. Jeder Vorsprung, der sich an einer solchen Welle befindet, kann zum Verderber werden, der das unglückliche Opfer widerstandslos an sich zieht und im günstigsten Falle verstümmelt, im ungünstigeren, häufigeren Falle vernichtet. Selbst die ganz glatte Welle vermag in ihre Nähe kommende Kleidungsstücke festzuhalten und aufzuwickeln, wofern nur das betreffende Stück im leisesten an die Welle angedrückt wird; hierzu genügt aber einerseits ein Augenblick, ebenso wie andererseits die Kraft eines Windstosses oder auch nur die eines starken Zuges, ja sogar die den Kleidern beim Drehen des Körpers mitgeteilte Bewegung dazu ausreicht. Was die Welle vermag, kann auch der rotierende Riemen bewirken: er zieht den unvorsichtig ihm Nahenden an sich und schleudert ihn um Scheibe und Welle. Dass die hierdurch hervorgerufenen Unfälle zu den allerschwersten gehören, bedarf kaum der Erwähnung.

Mit Recht wird daher in den Unfallverhütungsvorschriften fast aller Berufsgenossenschaften, in deren Bereich solche Unfälle vorkommen können, auf das Tragen von Arbeitskleidern hingewirkt, die zu solchen Unfällen nicht die Veranlassung geben können.[1]) Die Kleidung — für Männer sowohl wie für Frauen — muss enganschliessend sein, vor allem sind lose flatternde Teile, Schürzen, Halstücher mit losen Enden u. s. w. zu vermeiden. Ein praktisches Modell für eine Arbeitsjacke führte z. B. A. Schwanck auf der Ausstellung für Unfallverhütung in Berlin vor. Dieselbe wird nicht, wie die gewöhnlichen Jacken, vorn zugeknöpft, sondern vom Hals bis zur linken Achselhöhle schräg verlaufend und von da ab unter dem Arm gerade nach unten, so dass auf der ganzen Brust kein Knopf einen Angriffspunkt für ein Erfasstwerden durch Maschinenteile bietet. Frauenröcke dürfen nicht ganz bis auf den

[1]) Vergl. Platz, Die Unfallverhütungsvorschriften Bd. I, S. 37, Bd. II, S. 23. Berlin 1889.

Erdboden herunterreichen, damit ein Aufwirbeln von Staub durch dieselben vermieden wird.

Wir brauchen hier nicht auf Einzelheiten einzugehen. So sehr die Arbeiter und namentlich die Arbeiterinnen sich anfangs dagegen gesträubt haben, zu Gunsten einer rationelleren Bekleidungsform von dem Althergebrachten abzugehen, hat sich doch gerade auf diesem Gebiete überraschend schnell eine bessere Einsicht Bahn gebrochen. Es hat sich fast aller Orten mehr und mehr — namentlich unter den Arbeitern, die mit der speziellen Wartung der Motoren und Transmissionen betraut sind — eine Bekleidungsform eingebürgert, die den in dieser Richtung zu stellenden Anforderungen entspricht.

Nicht ohne Bedeutung ist auch die Fussbekleidung der Arbeiter. Die Fälle sind nicht ganz selten in der Unfallstatistik, wo unzweckmässiges Schuhzeug, namentlich die in vielen Gegenden beliebten Holzpantinen, Anlass zum Ausgleiten und infolgedessen zu schwereren Unfällen gegeben haben. Bei der Arbeit an Maschinen, namentlich aber beim Besteigen von Leitern, Bühnen u. s. w. sollte daher das Tragen solcher Pantinen nicht geduldet werden. Was für ein Raffinement übrigens die Arbeiter selbst hier und da auch auf diesem Gebiete in der Ausserachtlassung aller Vorsicht bekunden, beweist ein in der amtlichen Statistik mitgeteilter Fall, in welchem ein Arbeiter beim Reinigen eines Rauchkanals, die Füsse und Beine mit Sackleinwand und Werg umwickelt, mit einer offenen Lampe hantierte, wobei das feuergefährliche Bekleidungsmaterial in Brand geriet und ihm erhebliche Brandverletzungen zufügte. Brandverletzungen sind auch die Arbeiter in Giessereien, Schmieden u. s. w. ausgesetzt. Als Schutzmittel dagegen haben sich gewisse, traditionell gewordene Bekleidungsstücke, als Lederschürzen, Ledergamaschen u. s. w. bewährt. Übrigens haben es eine Reihe von Berufsgenossenschaften nicht für überflüssig gehalten, für diese Kategorie von Arbeitern ausdrückliche Vorschriften nach dieser Richtung zu erlassen.

B. Schutzbrillen und Schutzmasken.

Eine besondere Beachtung erfordert in einer Reihe von Betrieben der Schutz der Augen gegen die verschiedenartigsten schädlichen Einflüsse. Nicht nur dass als Folge von Reizung durch Staub und gewisse Dämpfe und Gase (vergl. Abschnitt I) chronische Erkrankungen der Augenbindehaut herbeigeführt werden, vor allem sind es die äusseren Verletzungen, die durch abfliegende Stein- und Eisensplitter, durch

glühende Schlacken, verspritzende Säuren u. dergl. entstehen, welche alljährlich den Verlust des Sehvermögens einer ganzen Anzahl von Arbeitern der verschiedensten Berufsarten im Gefolge haben. Insbesondere kommen hierbei die Steinschläger, die mit dem Erzbrechen beschäftigten Arbeiter im Bergbau, die Arbeiter in den Metallgiessereien, an den Hochöfen und in den Walzwerken, in Metalldrehereien, Schleif- und Polierwerken und ähnliche in Betracht.

Die Abhilfe gegen diese Schädlichkeiten hat man ganz naturgemäss in der Ausrüstung der betreffenden Arbeiter mit Schutzbrillen und diesen ähnlichen Apparaten gesucht. So einfach und zweckentsprechend indessen dieses Auskunftsmittel auf den ersten Blick erscheint, so grosse Schwierigkeiten haben sich seiner Einführung entgegengestellt. Wir machen überall die Erfahrung, dass die Arbeiter selbst sich derselben mit allen Kräften widersetzen. Nicht allein aus Indolenz und Unterschätzung der Gefahr — diese Einflüsse würden sich mit der Zeit vielleicht überwinden lassen —, sondern weil das Tragen von Schutzbrillen mit ganz erheblichen Unbequemlichkeiten, ja mit gesundheitlichen Schädigungen und unter Umständen sogar mit Gefahr für den Träger verbunden ist. Wir haben an anderem Orte[1]) eine Anzahl von Erfahrungen zusammengestellt, die von deutschen Fabrikaufsichtsbeamten in dieser Richtung gemacht sind, auf die wir hier verweisen, und ergänzen dieselben nur noch durch das in einem Bericht der Sektion IV der Steinbruchs-Berufsgenossenschaft veröffentlichte Ergebnis einer Ermittelung des Vereins deutscher Eisen- und Stahlindustrieller, die sich auf 83 grössere Werke bezieht, in denen Schutzbrillen zur Verwendung kamen. Die Arbeiter bedienten sich der Brillen nach den von den Werksleitungen gemachten Angaben:

gern	auf	7	Werken,
nach Vorschrift	„	6	„
ungern	„	35	„
nur bei Aufsicht	„	24	„
nur bei Androhung von Strafe .	„	11	„

Von 77 dieser Werke mit 55 208 Arbeitern wurde ausserdem mitgeteilt, dass trotz der Schutzvorrichtungen im Laufe eines Jahres 361 schwere Augenverletzungen durch abspringende Metallsplitter u. s. w. vorgekommen sind, also auf 1000 Arbeiter 6,5 schwere Fälle.

Die wesentlichsten Beschwerden, welche die Arbeiter gegen das Tragen von Schutzbrillen geltend machen, sind erstens, dass sie in demjenigen Teil des Gesichtes, welcher durch die Brille ein-

[1]) Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I, S. 815. Berlin 1890.

geschlossen wird, Schmerzen empfinden, die dauernd nicht zu ertragen sind, und zweitens, dass durch eine Reihe von Umständen durch die Schutzbrille das Sehen erheblich beeinträchtigt wird. Beide Einwendungen erweisen sich bei vielen der noch heute üblichen Brillensysteme als durchaus berechtigt. Durch eine dicht schliessende Schutzbrille wird in der That in dem das Auge umschliessenden Raum eine so hochgradige Temperaturerhöhung bewirkt, dass dieselbe ein Schmerzen der Augen und bei längerer Einwirkung eine dauernde Erkrankung hervorzurufen geeignet ist. Andererseits wird durch den seitlichen Abschluss der Schutzbrille der durch das freiblickende Auge beherrschte Gesichtskreis verkleinert; durch Beschlagen der Gläser von innen, durch Ansetzen von Staub und Schmutz von aussen tritt eine Trübung derselben ein, so dass der Arbeiter am feineren Sehen verhindert wird und unter Umständen sogar in Gefahr gerät, Fehltritte zu thun oder mit bewegten Maschinenteilen in Berührung zu kommen.

Dass endlich die Schutzbrillen nicht absolut gegen die Gefahr der Augenverletzung schützen, geht schon aus der oben angeführten Statistik des Vereins deutscher Eisen- und Stahlindustrieller hervor. Bei nicht ganz dichtem Schluss werden Staub und Gase in immer noch erheblichen Quantitäten eindringen und nach wie vor Entzündungen der Bindehaut veranlassen. Durch die Öffnungen des Drahtgewebes werden kleine Splitter eindringen, mit Glas versehene Brillen dagegen werden bei heftigem Anprall grösserer Stücke durchgeschlagen, und durch die abfliegenden Glassplitter wird die Gefahr der Augenverletzung nur noch vergrössert.

Aus dem Gesagten geht bereits hervor, dass eine Brille, die für alle vorkommenden Verhältnisse empfohlen werden könnte, gar nicht denkbar ist. Die Forderung absoluter Staubdichtheit des Abschlusses, die für gewisse Fälle unumgänglich ist, schliesst z. B. die für andere Fälle, wo es nur darauf ankommt, den Anprall von herumfliegenden Splittern abzuhalten, in erster Linie stehende Forderung möglichst ausgiebiger Luftzirkulation, um die Erhitzung des von der Brille umschlossenen Teils des Gesichtes zu verhindern, direkt aus. Wir werden daher einmal die Anforderungen, die wir an eine brauchbare Schutzbrille stellen, je nach ihrem Verwendungszweck modifizieren müssen. Andererseits werden wir uns, wo es sich um die zwangsweise Einführung von Schutzbrillen handelt, stets die Thatsache gegenwärtig halten müssen, dass vorläufig eine ideale Schutzbrille, die ohne Belästigung und Schädigung dauernd getragen werden könnte, noch nicht existiert. Da überdies dem Arbeiter durch das Tragen der Schutzbrille immer nur ein relativer Schutz gewährt wird, ist es kaum jetzt schon angebracht, unter allen Umständen

mit allzu grosser Strenge auf ihrer Einführung bestehen zu wollen. Jedenfalls sollte für jeden Einzelfall erst genau geprüft werden, ob das gewählte System gerade für diesen Fall das geeignete ist.

Die Mangelhaftigkeit der bis vor wenigen Jahren üblichen Schutzbrillen hat dazu gedrängt, dass man in neuester Zeit in den beteiligten Kreisen ausgiebige und bis zu einem gewissen Grade von Erfolg begleitete Versuche gemacht hat, etwas Besseres an die Stelle zu setzen. Vor allen Dingen sind in dieser Beziehung die Anstrengungen erwähnenswert, welche die bereits erwähnte Sektion IV der Steinbruchs-Berufsgenossenschaft gemacht hat, um auf Grund der mit den einzelnen Systemen gemachten Erfahrungen zu geeigneten Modellen für die verschiedenen in ihren Betrieben beschäftigten Arbeitergruppen zu gelangen. Es kommen dabei nicht bloss die in den Steinbrüchen und Erzgruben betriebenen Arbeiten in Betracht, vielmehr wurden mit Rücksicht auf die zur Steinbruchs-Berufsgenossenschaft gehörigen Zementfabriken, welche mehrfach in eigenen mechanischen Werkstätten Schlosser, Schmiede, Dreher u. s. w. beschäftigen, auch für diese Arbeiterkategorieen Ermittelungen angestellt. Bei diesen Versuchen, welche im Januar 1887 ihren vorläufigen Abschluss fanden, gelangte der Vorstand der genannten Sektion zunächst für den Steinschlägereibetrieb zur Empfehlung einer Schutzmaske aus verzinktem Drahtgeflecht.

Dieselbe bedeckt den ganzen oberen Teil des Gesichts. Eine Ledereinfassung der Ränder verhindert eine Reibung der Haut; durch Nachbiegen der Ränder lässt sich die Maske auch bei nicht regelmässiger Gesichtsbildung leicht passend machen. Eine zweiteilige Form der Maske gestattet ein bequemes Zusammenfalten und Aufbewahren. Um dem Drahtgewebe namentlich über den Augen eine möglichst grosse Widerstandsfähigkeit gegen anfliegende Stücke zu geben, ist vor den Augen je eine 20 mm hohe Wölbung angebracht. Dadurch ist gleichzeitig für die Augen der nötige freie Raum geschaffen. Das Drahtnetz gewährt der Luft überall freien Zutritt zum Gesicht, so dass eine übergrosse Erhitzung der Augen ausgeschlossen ist. Weitere praktische Versuche mit dieser Maske haben dann noch dazu geführt, dieselbe mit einem dauerhaften dunkeln Lacküberzuge zu versehen um die nachteilige Einwirkung des Lichtes auf den verzinkten Draht zu verhüten. Als geeignetste Maschenweite des Drahtgeflechts hat sich eine solche von 0,7 mm ergeben. Die Maske wird in drei verschiedenen Grössen mit Pupillenentfernungen von 65, 62 und 57 mm angefertigt. Die Fabrikation ist der Firma C. S. Schmidt in Niederlahnstein übertragen und erfolgt unter Kontrolle der Sektionsverwaltung. Der Preis der Maske ist auf 30 Pf. für das Stück vereinbart; bei Abnahme von 50 Stück und mehr erfolgt die Lieferung frei an alle Orte Deutschlands.

Diese Schutzmaske, die sich für Steinschläger gut bewährt hat, besitzt den Nachteil einer ziemlich erheblichen Beeinträchtigung des Sehvermögens durch das Drahtgewebe, so dass sie für diejenige Kategorie von Arbeitern, welche bei ihrer Arbeit der vollen Sehkraft bedürfen, z. B. für Metallarbeiter, nicht mehr brauchbar ist. Aus den Be-

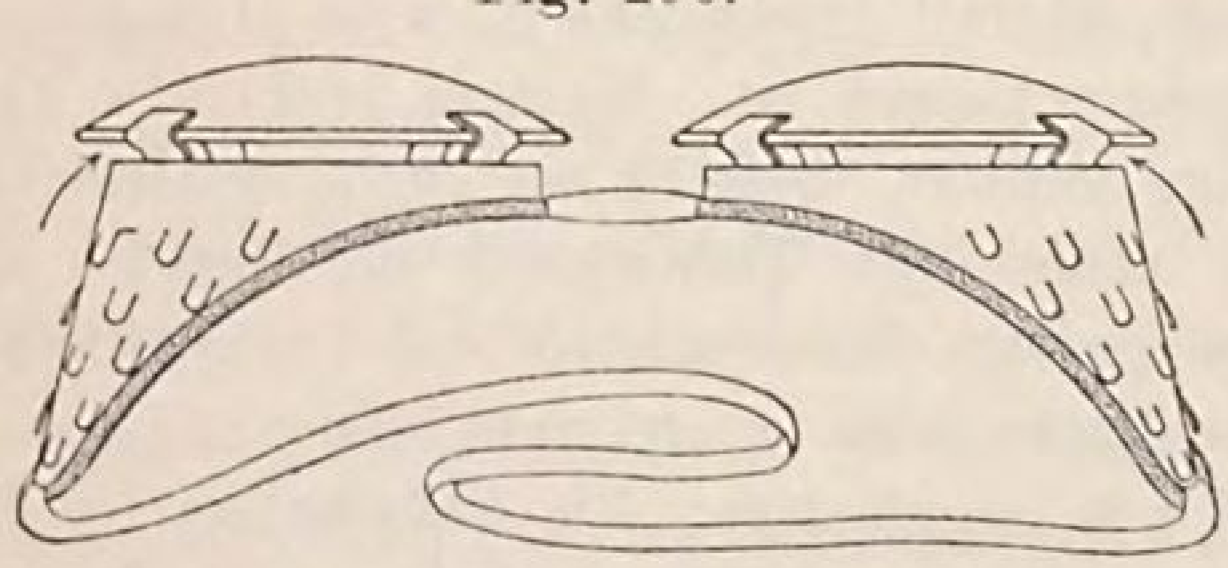
mühungen, auch für diese Gruppe von Arbeitern eine geeignete Schutzmaske zu gewinnen, ist folgende Modifikation der eben beschriebenen hervorgegangen.

Die ursprüngliche Form ist beibehalten, nur ist das vordere Stück der beiden Vorwölbungen aus Drahtgeflecht fortgefallen und an deren Stelle je ein Einsatz von beiderseits plangeschliffenem starken Glase, bezw. von Bergkrystall getreten, das Glas von einem Durchmesser von 50 mm und in den Stärken von 4, 4,5, 5 und 6 mm, der Bergkrystall von 45 mm Durchmesser und 4 bis 5 mm Stärke. Die Maschenweite des Drahtnetzes ist auf 0,8 bis 1 mm erhöht, weil infolge des Einsatzes der Gläser, bezw. der Bergkrystallplatten die freie Luftzirkulation mehr beeinträchtigt wird. Natürlich wird dadurch andererseits wieder die Gefahr des Eindringens kleinerer Splitter erhöht. Der Bergkrystall hat vor dem Glas den Vorzug, dass er wegen seines Wärmeleitungsvermögens das Beschlagen der Brille verhütet und dass er durch seine Härte bei grösserer Zähigkeit bedeutenderen Widerstand leistet und, wenn er dennoch zerspringt, in anderer, gefahrloserer Weise zersplittert als jenes. Die so modifizierte Maske ist seit mehr als einem Jahr in einer grösseren Eisenbahn-Reparaturwerkstatt versuchsweise eingeführt und hat sich gut bewährt. Dieselbe wird ebenfalls von C. S. Schmidt in Niederlahnstein hergestellt und kostet mit Glaseinsatz 1,50 M., mit Bergkrystallplatteneinsatz 6,0 M., letzteres ein allerdings sehr hoher Preis.

In einer etwas anderen Richtung haben sich die Bemühungen bewegt, deren Ergebnis die heute in vielen Betrieben in Gebrauch befindliche Stroof'sche Brille gewesen ist. Hier ist vor allem der Gesichtspunkt maassgebend gewesen, einen wirksamen Augenschutz herbeizuführen, bei dessen Anbringung die lästige Erhitzung der Augen vermieden und eine möglichst geringe Einschränkung des Gesichtsfeldes herbeigeführt wird.

Die in Fig. 290 dargestellte Brille hat ein Gestell aus mattschwarz lackiertem Weissblech, das weit vor das Gesicht vorspringt, so dass ein grosser Raum für das Auge geschaffen ist. Die 50 mm im Durchmesser haltenden geschliffenen Gläser sind nicht unmittelbar in das Gestell eingesetzt, sondern befinden sich in einem gewissen Abstande vor demselben. Es wird also zwischen Gestell und Glas ein Schlitz gebildet, welcher die freie Zirkulation der Luft gestattet. Ein Eindringen von Fremdkörpern durch den Schlitz soll die überschiessende, sich etwas über das Gehäuse erstreckende Wölbung der Gläser verhindern. Ferner ist durch eine Anzahl verdeckter Löcher an den Seiten des Gestelles für Luftzutritt gesorgt. Die Glässer haben einen ziemlich grossen Durchmesser, aber der grosse Abstand derselben vom Auge bedingt trotzdem eine gewisse Einschränkung des Sehfeldes. — Die Stroof'sche Brille wird von Carl Merz in Frankfurt a. M. in der gezeichneten Ausführung zu 18 M. das Dutzend, Reservegläser das Paar zu 30 Pf. geliefert. Dieselbe Brille mit weissen oder farbigen Plangläsern kostet 20,40 M. das

Fig. 290.

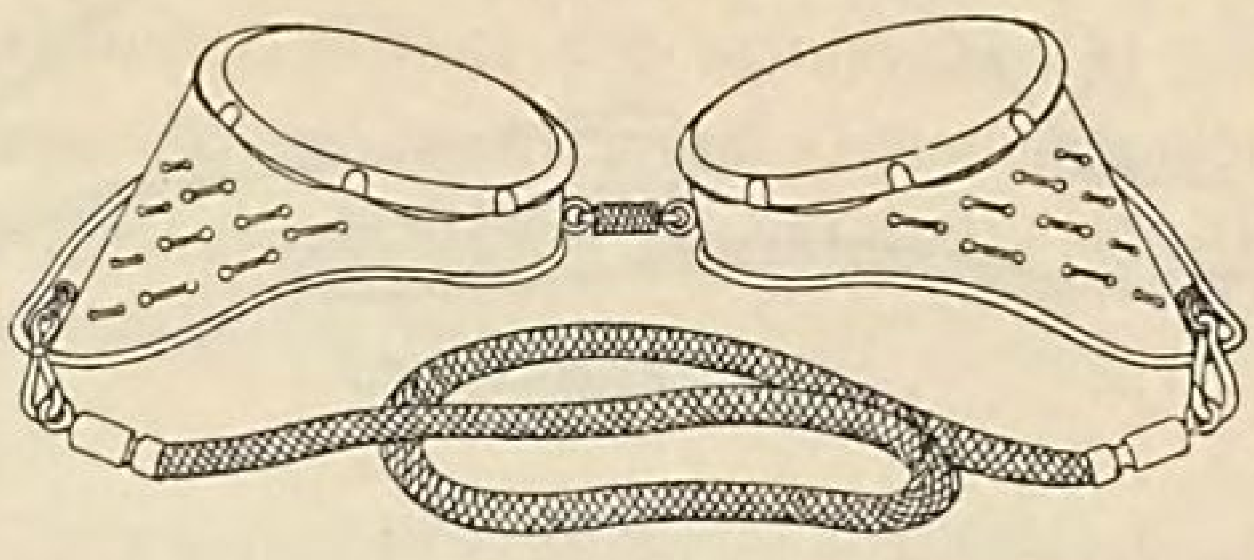


Stroof'sche Schutzbrille von Carl Merz in Frankfurt a. M.

Dutzend (Reservegläser 50 Pf. das Paar). Endlich wird dieselbe Brille zu demselben Preis mit schwarzen Gazeeinsätzen statt der Gläser geliefert.

Dem System Stroof nachgebildet ist die in Fig. 291 abgebildete Schutzbrille von St. Scheidig & Sohn in Fürth.

Fig. 291.



Schutzbrille von St. Scheidig & Sohn in Fürth.

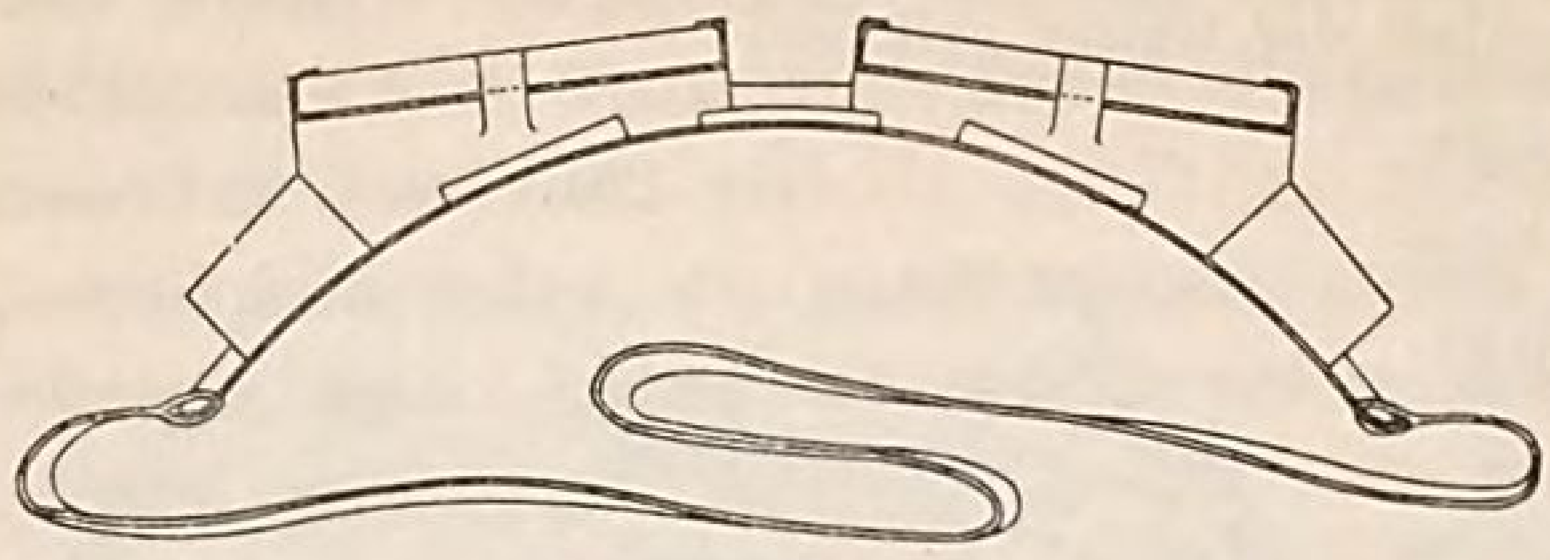
Auch bei dieser Brille sind Glas und Gehäuse durch einen Schlitz getrennt und letztere seitlich mit Öffnungen versehen. Die 6 mm starken, plangeschliffenen Gläser von 55 mm Durchmesser überragen den Rand des Gestelles nicht.

In diese Kategorie von Schutzbrillen gehört ferner die Schweizer'sche Aluminiumbrille, die sich durch grosse Leichtigkeit auszeichnet, in der Form der Scheidig'schen Brille nachgebildet, nur dass die Gläser durch eine Schraubvorrichtung, deren Gewinde an der Brille selbst aufgedrückt ist, leicht auswechselbar angeordnet sind. Endlich gehört hierher die gleich zu erwähnende Simmelbauer'sche Brille.

Der neueste, vor kurzem zum Abschluss gelangte, sehr beachtenswerte Versuch, brauchbare Modelle von Arbeiter-Schutzbrillen zu gewinnen, ist der Wettbewerb, welchen die „Association des industriels de France contre les accidents du travail" im Oktober 1892 ausgeschrieben hatte. Die Bedingungen, welche das von der Gesellschaft eingesetzte Preisgericht an eine gute Schutzbrille stellen zu sollen glaubte, sind: 1. Leichtigkeit und solide Arbeit, dabei leichter und bequemer Sitz; 2. nicht zu hoher Preis; 3. wirksamer Schutz der Augen gegen direkten und seitlichen Anprall von Metall oder Steinstücken und von glühenden Schlacken; 4. Vermeidung einer Erhitzung des Auges; 5. möglichst geringe Behinderung des Sehvermögens. Aus dieser Konkurrenz ist die eben genannte Simmelbauer'sche Brille als Siegerin hervorgegangen, und in der That verdient dieselbe die ihr dadurch zu Teil gewordene Anerkennung.

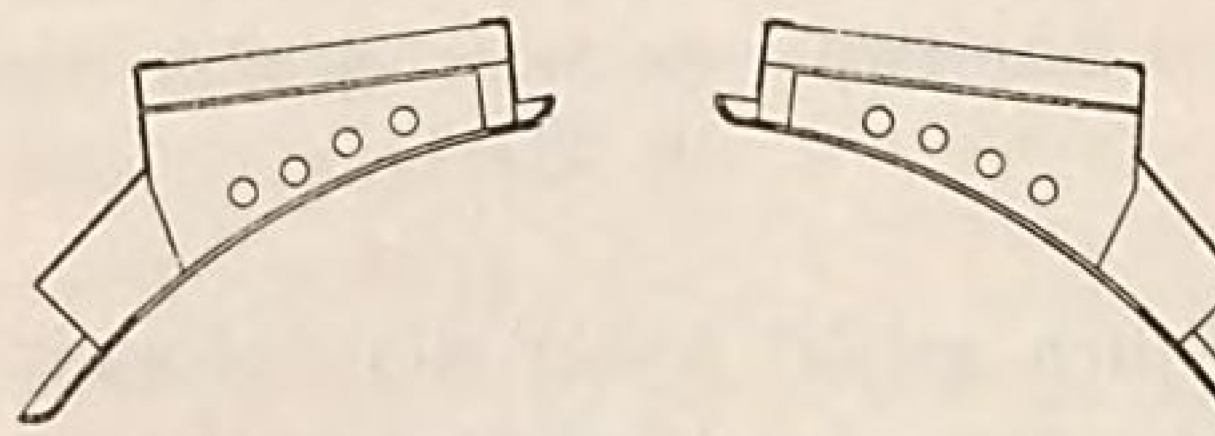
Die Konstruktion der Brille ist aus Fig. 292 bis 294 (S. 496) ersichtlich. Die grossen trapezförmig gestalteten, je nach Bedarf 2 bis 6 mm starken Gläser sind in ein Gestell von Weissblech gefasst. Die Luftzirkulation, die eine Erhitzung der Augen verhüten soll, wird durch die verschiedenen, aus der Zeichnung ersichtlichen Öffnungen gewährleistet. Die in Falze eingeschobenen und durch eine Feder festgehaltenen Gläser können leicht ausgewechselt werden. Der Sitz der Brille ist ein bequemer. Ein Vorzug derselben vor der oben beschriebenen Stroof'schen Brille ist das weitere Gesichtsfeld namentlich nach den Seiten hin. Ein Nachteil der Brille ist das zu hohe Gewicht, namentlich wenn starke Gläser gewählt werden. Das Gestell wiegt 38 bis 40 g, einschliesslich der Gläser wiegt die Brille bei 2 mm Gläsern 57 g, bei 3 mm Gläsern 64 g,

Fig. 292.



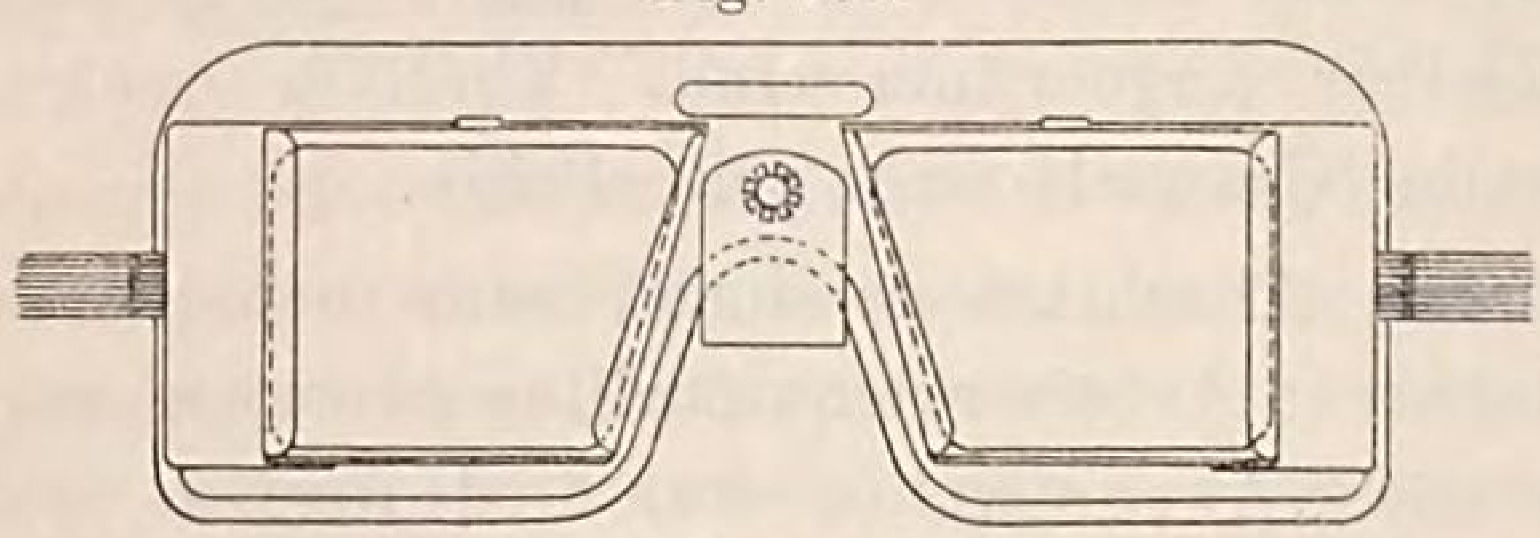
Seitenansicht.

Fig. 293.



Schnitt.

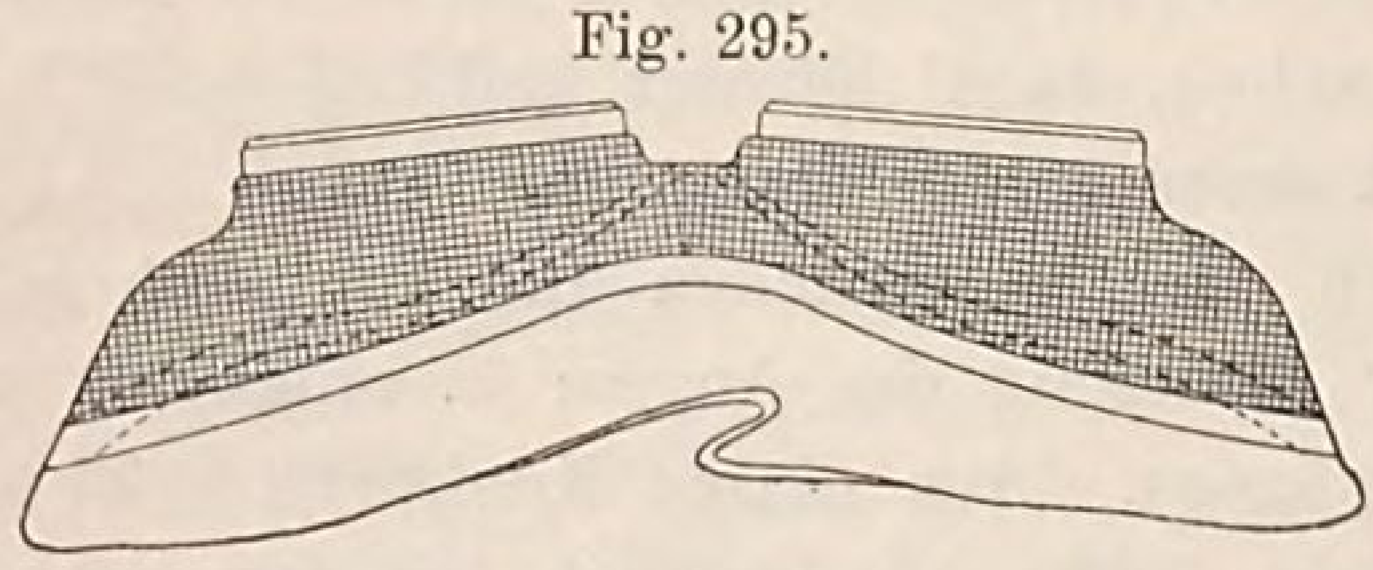
Fig. 294.



Vorderansicht.

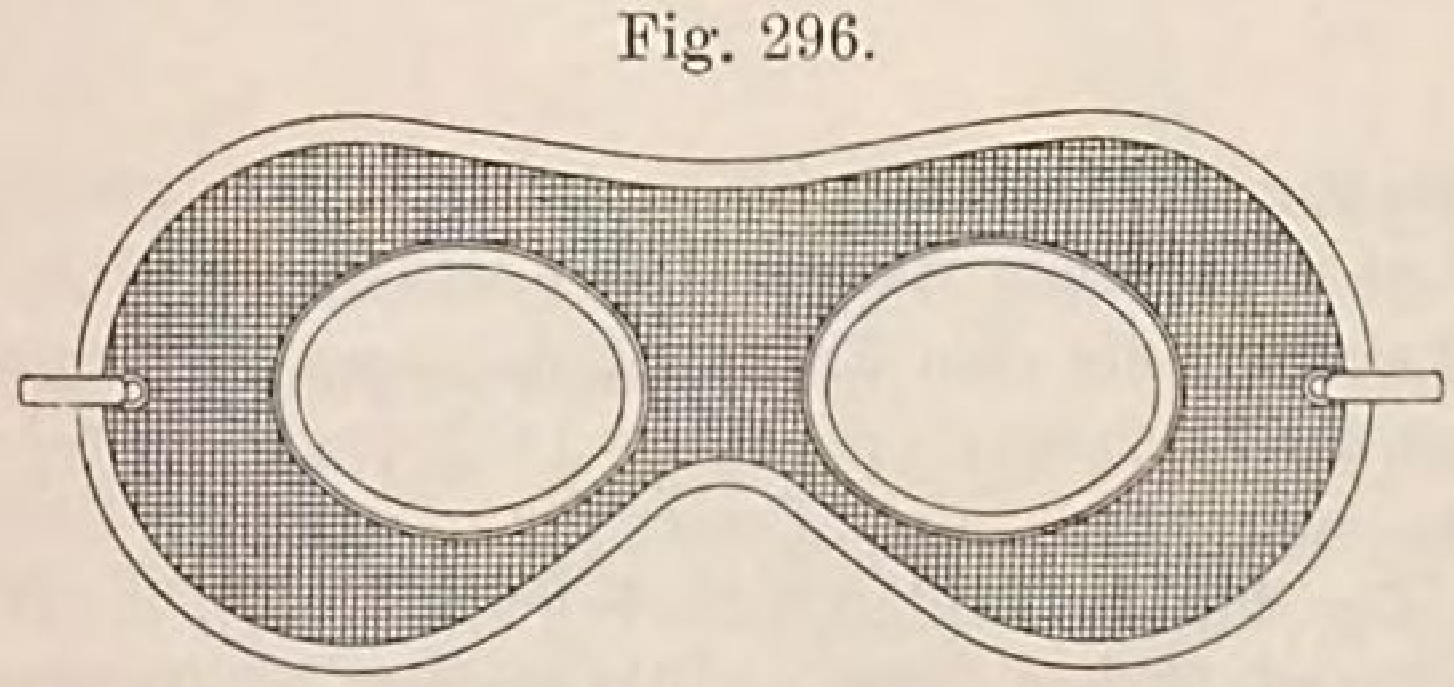
Schutzbrille von M. Simmelbauer in Montigny.

Fig. 295.



Seitenansicht.

Fig. 296.



Vorderansicht.

Schutzbrille No. 5 der „Société des Lunetiers“ in Paris.

bei 5 mm Gläsern 80 g. Wesentlich liesse sich dieser Mangel herabsetzen durch Wahl eines Aluminiumgestells. Der Preis dieser von M. Simmelbauer in Montigny bei Metz zu beziehenden Brille beträgt je nach der Stärke der Gläser 12 bis 13,60 Mark das Dutzend.

Mit dem zweiten Preise wurde die durch Fig. 295 und 296 dargestellte Brille aus Drahtgewebe mit eingesetzten Gläsern bedacht.

Dieselbe ähnelt sehr der von der Steinbruchs-Berufsgenossenschaft empfohlenen Schmidt'schen Brille. Das Gewicht beträgt bei 2 mm Gläsern 67 g, ist also ziemlich hoch. Dagegen ist der Preis — 6,40 Mark das Dutzend — ein verhältnismässig niedriger. Die Brille war von der „Société des Lunetiers“ in Paris zur Konkurrenz gestellt.

Mit dem Gesagten dürfte annähernd der augenblickliche Stand der Schutzbrillenfrage charakterisiert sein. Nach den Eingangs dieses Kapitels formulierten Forderungen, die an eine brauchbare Schutzbrille gestellt werden müssen, wird der Leser beurteilen können, inwieweit dieselben durch die beschriebenen Systeme erfüllt werden. Einer dieser Forderungen wird keines derselben gerecht, nämlich derjenigen eines Schutzes der Augen gegen das Eindringen von Staub und reizenden Gasen. Es ist natürlich nicht

schwer, durch entsprechende Gestelle mit fest eingefügten Gläsern und dem Gesicht dicht anliegenden Gummipolstern einen staub- und gasdichten Abschluss der Augen zu erzielen; auf die Dauer lässt sich indessen eine solche Brille wegen der unerträglichen Hitze, die unter dem Gestell entstehen wird, nicht benutzen, ganz abgesehen davon, dass dieselbe sofort beschlagen und dadurch den freien Ausblick verhindern würde. Man wird also immer nur von einer relativen Brauchbarkeit dieses oder jenes Brillensystems sprechen können.

Dass die beschriebenen Konstruktionen noch mancherlei Modifikationen zulassen, braucht nicht erst gesagt zu werden. So wird es sich für gewisse spezielle Zwecke empfehlen, die Brillen mit farbigen Gläsern zu versehen, namentlich um das Auge gleichzeitig gegen grellen Feuer- und Lichtschein zu schützen. Unter Umständen wird das letztere auch der einzige Zweck der Schutzbrille sein, z. B. bei der Glasbläserei, wenn dabei nicht andere, hier nicht zu besprechende Vorrichtungen getroffen werden. In diesem Falle wird natürlich ein gewöhnliches Brillengestell mit den entsprechenden farbigen Gläsern ausreichen.

Für gewisse Kategorieen von Arbeitern, die beim Schüren des Feuers durch die ausstrahlende Hitze stark belästigt und durch herausschlagende Flammen gefährdet werden, hat sich als Schutz ein Helm bewährt, wie er z. B. in den Alsen'schen Portlandzementfabriken in Itzehoe von den Brennern getragen wird.[1])

Die gewöhnlichen Feuerhelme, mit welchen diese Arbeiter ausgestattet zu werden pflegen und die den Helmen der Feuerwehr ähneln, haben ein aufklappbares Visier aus feiner Messinggaze. Die Schultern und der Hals sind durch einen am Helm angebrachten, feuersicher imprägnierten Überwurf aus Segelleinen gegen die Einwirkung der Flamme geschützt. Das Visier ist durchsichtig und schützt ausreichend gegen die strahlende Hitze sowie gegen das Verbrennen des Gesichts. Eine starke Erwärmung des letzteren wie unter einer Maske kann nicht eintreten, weil die Luft ungehindert unter dem Visier zum Gesicht treten kann. Ist das Schüren beendet, so wird das Visier aufgeklappt.

C. Respiratoren.

In noch viel höherem Maasse als bei den eben besprochenen Schutzmitteln gegen äussere Verletzungen der Augen müssen wir die Unzulänglichkeit aller bisher zur Verfügung stehenden Konstruktionen bei einer anderen, in die Kategorie der persönlichen Ausrüstung gehörigen Gruppe von Schutzvorkehrungen beklagen — den sogenannten Respira-

[1]) Zeitschrift d. Zentralstelle f. Arb.-Wohlfahrtseinrichtungen 1894, No. 10.

toren. Wir haben schon zu Eingang des V. Abschnittes darauf hingewiesen, dass in Betrieben, in denen gesundheitswidriger Staub entwickelt wird, derartige Schutzmittel in Betracht kommen können. Dasselbe gilt von gewissen, mit der Entwickelung giftiger, bezw. die Schleimhäute der Atmungsorgane reizender Gase und Dämpfe verbundenen Fabrikationsprozessen, von deren Verhütung im XI. Abschnitt noch eingehender die Rede sein wird. Aber wir wiederholen hier und können auf diesen Grundsatz nicht Gewicht genug legen, dass zu diesen Schutzvorkehrungen immer erst dann zu greifen ist, wenn sich die Unmöglichkeit herausstellt, derselben auf andere Weise Herr zu werden. Nur diejenigen Maassnahmen tragen unter allen Umständen die Gewähr ihrer Zweckerfüllung in sich, die unabhängig von der Willkür der Arbeiter auf mechanischem Wege den Staub oder die schädlichen Gase am Austritt in den Arbeitsraum verhindern. Ist es dem Arbeiter in die Hand gegeben, sich eines Schutzmittels zu bedienen oder nicht, so wird er — und daran können selbst die schärfsten Strafandrohungen nichts ändern — sich desselben entledigen, sobald es anfängt ihm lästig zu werden. Und leider haftet diese letztere Eigenschaft mehr oder weniger allen bis jetzt vorhandenen Vorrichtungen an, die für den vorliegenden Zweck in Betracht kommen.

Trotzdem versetzt die Thatsache, dass bei einer Reihe von Arbeitsprozessen die oben in erster Linie gestellte Forderung nicht oder nicht vollkommen erfüllbar ist, uns in die Zwangslage, uns mit der Respiratorenfrage abzufinden, so gut es eben geht, d. h. wir werden zu untersuchen haben, welche Konstruktionen am meisten den Anforderungen entsprechen, die wir im Interesse der sie Benutzenden an dieselben zu stellen haben. Leider liegen systematische und über längere Zeiträume sich erstreckende Versuche mit bestimmten hier in Betracht kommenden Systemen so gut wie gar nicht vor, und wo von Sachverständigen Urteile bekannt gegeben sind, lauten dieselben fast durchweg ungünstig.[1]) Wir sind daher einstweilen darauf angewiesen, zu versuchen, durch eine theoretische Betrachtung zu einer Beurteilung der Eigenschaften zu gelangen, die wir von einem brauchbaren Respirator verlangen müssen.

Die erste grundsätzliche Forderung, die sich aus dem Zweck, welchem der Respirator dienen soll, ohne weiteres ableiten lässt, ist die, dass er in möglichst vollkommener Weise die schädlichen Stoffe von den Atmungsorganen fernhält. Hierfür sind zwei Gesichtspunkte

[1]) Vergl. z. B. des Verf.'s im Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I, S. 810, mitgeteilte Zusammenstellung aus den Jahresberichten der Fabrikaufsichtsbeamten.

maassgebend: 1. muss der Apparat sich so vollkommen dem Gesicht anschliessen, dass keine Lücken bleiben, durch welche Staub oder Gase eindringen können, und 2. muss die Atemfläche des Respirators durch einen Filterstoff derart abgeschlossen sein, dass durch denselben alle schädlichen Bestandteile sicher ferngehalten werden.

Gleich die erste Forderung ist ausserordentlich schwer zu erfüllen, besonders dann, wenn durch einen Apparat gleichzeitig Mund und Nase bedeckt werden sollen. Mit Rücksicht auf die Herstellungskosten ist es nicht thunlich, für jedes einzelne Individuum einen besonderen Apparat anzufertigen; andererseits ist Form und Grösse des Gesichts bei den verschiedenen Individuen so verschieden, dass es fast ausgeschlossen erscheint, eine für alle passende Form ausfindig zu machen. Man wird sich dadurch helfen müssen, dass man eine Reihe von Typen schafft und für dazwischen liegende Abweichungen durch Wahl eines schmiegsamen Stoffes, der den Abschluss gegen das Gesicht vermittelt, einen gewissen Spielraum gewinnt.

Wesentlich leichter ist die zweite Forderung zu erfüllen. Die für die meisten in der Praxis vorkommenden Konstruktionen verwandte hydrophile Watte entspricht in ziemlich vollkommener Weise ihrem Zweck. Es muss nur — und zwar von seiten der Fabrikleitung — dafür gesorgt werden, dass die Wattefilter in geeigneten Zwischenräumen durch neue ersetzt werden. Eine weniger sichere, aber für die meisten Fälle ausreichende Filtration wird durch Schwammfilter erzielt, die gegenüber der Watte den Vorteil fast unbegrenzter Dauer besitzen, da dieselben durch Auskochen leicht gereinigt und dann von neuem gebraucht werden können.

Die zweite prinzipielle Forderung, die an einen guten Respirator gestellt werden muss, ist die, dass er der Atmung keinen grösseren Widerstand entgegensetzt, als ihn die Lunge dauernd und leicht überwinden kann. Wird diese Bedingung nicht erfüllt, so empfindet der den Apparat benutzende Arbeiter bald ein Gefühl des Unbehagens, es wird ihm heiss unter der Maske, und er wird dieselbe unbedingt vom Gesicht entfernen, sobald er sich unbewacht glaubt.

Leider wird diese wichtige Forderung von keinem der bis jetzt üblichen Respiratoren erfüllt. Ein Luftfilter, welches einen hinreichend kleinen Widerstand bietet, um während der Arbeit von den Atmungsorganen noch leicht überwunden werden zu können, und gleichzeitig staubdicht ist, muss nach Versuchen, die K. Möller[1]) angestellt hat,

[1]) Schriften der Zentralstelle f. Arb.-Wohlfahrtseinrichtungen No. 6, S. 151. Berlin 1894.

so gross sein, dass es wie ein Tornister auf dem Rücken getragen werden müsste. Diese Schwierigkeit wird auch durch die Anbringung besonderer Ventile für die Exspirationsluft nicht gehoben. Selbst die besten derartigen Ventile, die von L. v. Bremen & Co. in Kiel für seine Taucherapparate verwandten „Schlabberventile", arbeiten bei den kleinen Widerständen, die für ohne Kompression arbeitende Respiratoren verlangt werden müssen, nicht mehr.[1])

Neben diesen grundsätzlichen Forderungen, von denen die Brauchbarkeit eines Respirators in erster Linie abhängt, sind noch eine Reihe weiterer zu erfüllen, die sich zum Teil mit den besonderen Bedingungen, unter denen der Respirator zur Verwendung kommt, ändern. Ein Teil derselben ist von Bedeutung für die Wahl des Materials, aus welchem derartige Apparate hergestellt werden. Dieselben müssen vor allen Dingen leicht, dabei aber auch wieder haltbar sein. Aus letzterem Grunde eignet sich z. B. Weichgummi, dem gerade die oben geforderte Eigenschaft der Schmiegsamkeit in hohem Grade zukommt, nicht. Metallene Apparate sind für manche Betriebe, in denen dieselben den Einflüssen von Säuren ausgesetzt sind, ungeeignet. Bei der Entscheidung der Frage, ob es zweckmässiger ist, Mund und Nase mit einem einzigen Apparat zu bedecken oder denselben in einen besonderen Teil für die Nase und einen solchen für den Mund zu zerlegen, spricht für letztere Anordnung der Umstand, dass bei derselben der Arbeiter nicht den ganzen Apparat zu entfernen braucht, wenn er genötigt ist, auszuspeien. Endlich wird derjenige Apparat der beste sein, dessen Konstruktion die grösste Einfachheit aufweist. Alle komplizierten Vorrichtungen beeinträchtigen die Haltbarkeit und Funktionssicherheit und verteuern den Preis, der ebenfalls eine Rolle spielt, weil derselbe vielfach für die Auswahl des Systems maassgebend sein wird.

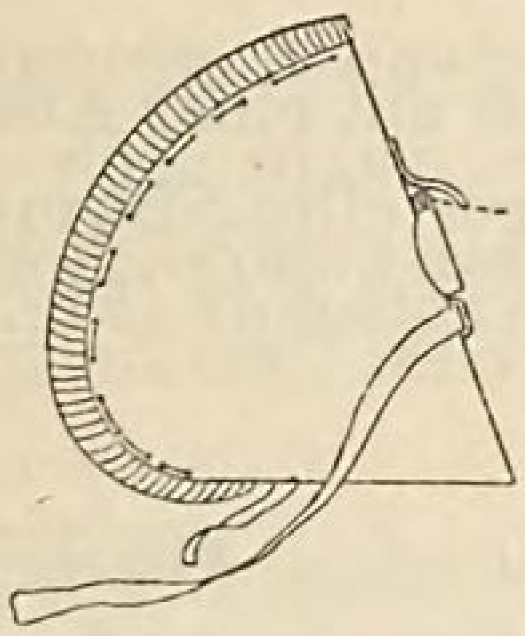
Nach dem von uns gemachten Eingeständnis, dass es bis jetzt keinen Apparat giebt, der allen hier gestellten Forderungen entspricht, könnten wir eigentlich auf jede Beschreibung einzelner Systeme verzichten und es jedem Beteiligten überlassen, sich unter Benutzung der in dem Vorstehenden aufgestellten Grundsätze aus der grossen Zahl der von den betreffenden Firmen angepriesenen Apparate denjenigen auszusuchen, der mit Rücksicht auf den speziellen Zweck die wenigsten Mängel aufweist. Es dürfte indessen förderlich sein, hier noch auf zwei Typen etwas näher einzugehen, die vor kurzem von der bereits erwähnten „Association des industriels de France contre les accidents du travail"[2])

[1]) K. Möller a. a. O.

[2]) Vergl. Bulletin der Gesellschaft 1894, No. 6.

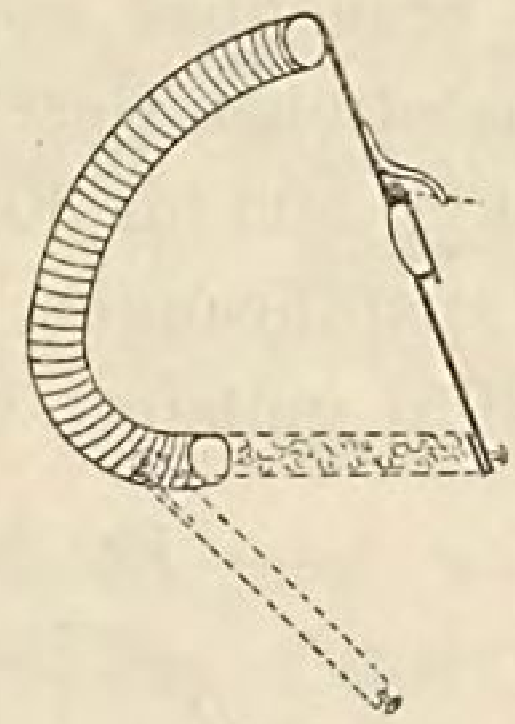
nach eingehender Prüfung unter einer grossen Zahl von Konkurrenten als die relativ brauchbarsten bezeichnet sind, wenngleich auch hier von einer vollkommenen Lösung der Aufgabe noch nicht die Rede sein kann. Es handelt sich zunächst um die durch Fig. 297 bis 302 veranschaulichte, von dem Tierarzt Détroye in Limoges angegebene Konstruktion.

Fig. 297.



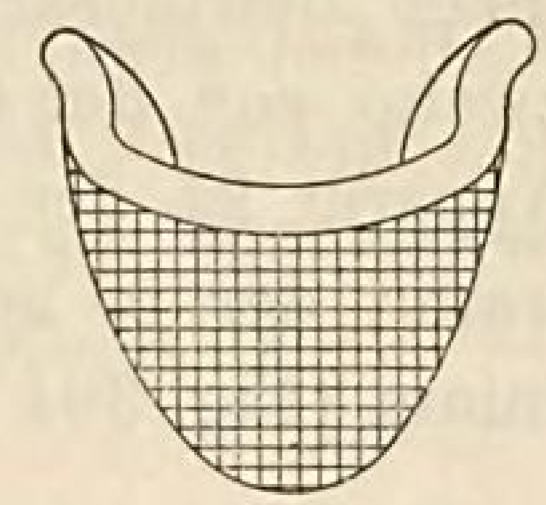
Seitenansicht.

Fig. 298.



Schnitt.

Fig. 299.

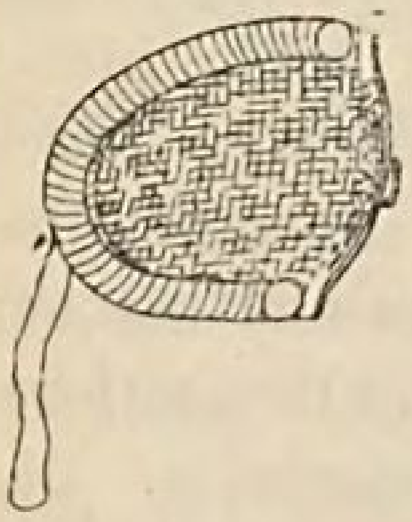


Ansicht von unten.

Respirator von Détroye in Limoges, Nasenteil.

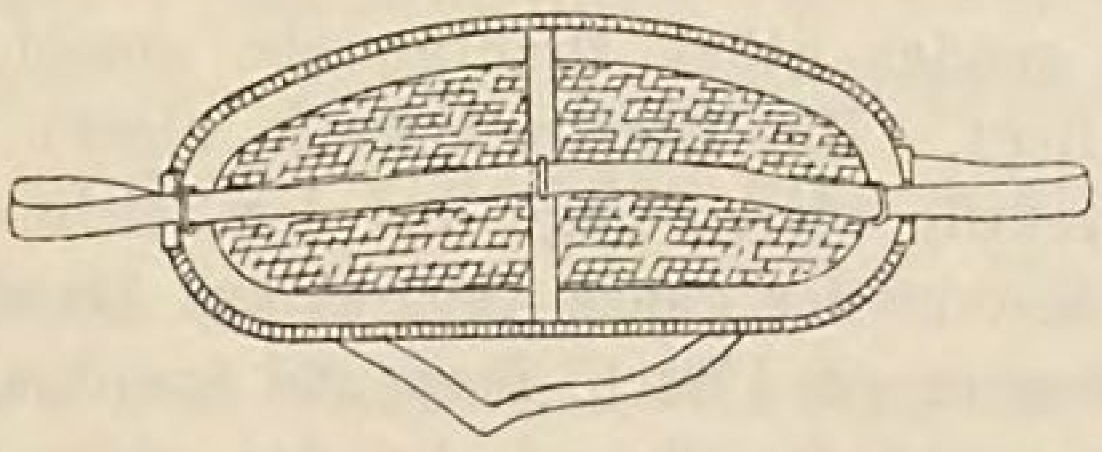
Der Respirator zerfällt in zwei Teile, einen Nasenrespirator und einen solchen für den Mund. Ersterer wird durch Fig. 297 bis 299 dargestellt. Der untere, horizontale Abschluss desselben wird durch zwei parallele Stücken Drahtgaze gebildet, zwischen denen sich eine Lage Watte befindet. Der untere Teil ist um ein Scharnier beweglich, so dass die Auswechselung der Filterlage leicht zu bewerkstelligen ist. Das übrige Gehäuse besteht aus Blech. Letzteres sowohl wie das Drahtgewebe ist aus Aluminium bestehend gedacht. Eingefasst ist das Ganze durch ein hohles Kautschukrohr, wodurch ein möglichst dichter Anschluss an das Gesicht erzielt werden soll. An der Vorderseite des Apparates ist ein Exspirationsventil angebracht. Befestigt wird der-

Fig. 300.



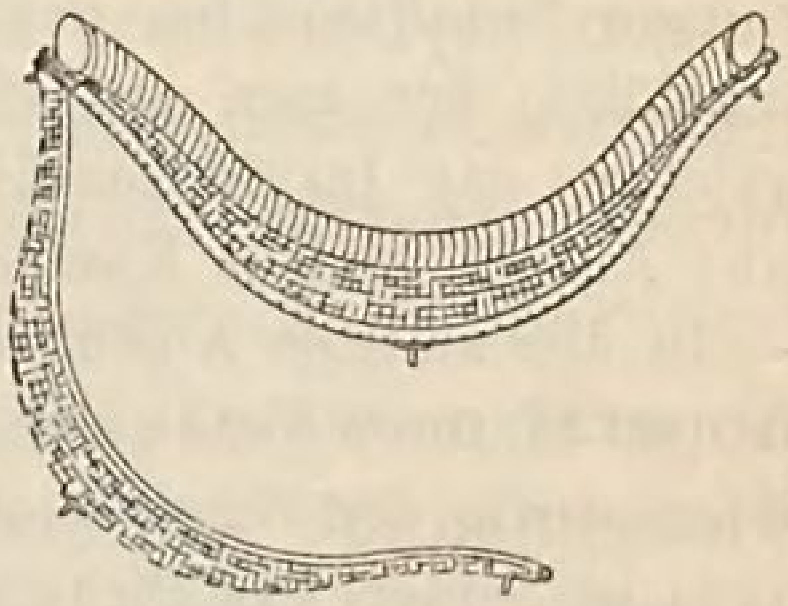
Seitenansicht.

Fig. 301.



Vorderansicht.

Fig. 302.



Grundriss.

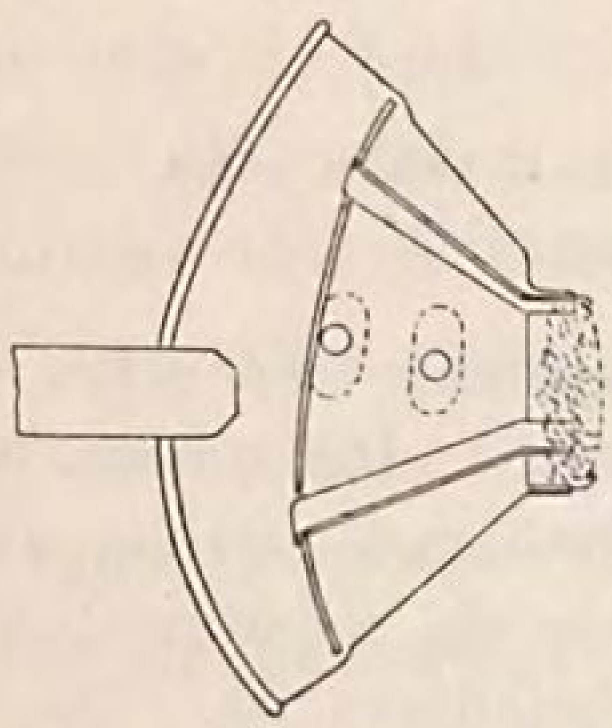
Respirator von Détroye in Limoges, Mundteil.

selbe durch ein Gummiband. Der Apparat soll in drei bis vier verschiedenen Grössen hergestellt werden, um für die verschiedenen Gesichtsformen zu passen. — Der Mundrespirator ist nach ähnlichen Prinzipien konstruiert. Wie aus Fig. 300 bis 302 ersichtlich, besteht derselbe ebenfalls aus zwei Lagen von Drahtgewebe, die in Rahmen eingespannt sind, deren äusserer um ein Scharnier drehbar angeordnet ist. Zwischen denselben befindet sich das Wattefilter. Auch hier wird die Einfassung durch ein Kautschukrohr gebildet, das sich in entsprechender Kurve an das Gesicht anlegt. Die Metallteile bestehen aus Aluminium. Das Gesamtgewicht der beiden Teile beträgt nur 25 g.

Dieser Apparat besitzt entschiedene Vorzüge. Er ist ausserordentlich leicht und von verhältnismässig einfacher Konstruktion. Die Atemfläche ist eine ziemlich grosse. Versuche, die mit dem Apparat, allerdings nur während einer verhältnismässig kurzen Zeit, angestellt wurden, haben recht befriedigende Resultate ergeben. Namentlich wenn es gelingt, ihm eine sich dem Gesicht gut anpassende Form zu geben, wird er für manche Betriebsarten brauchbar sein.

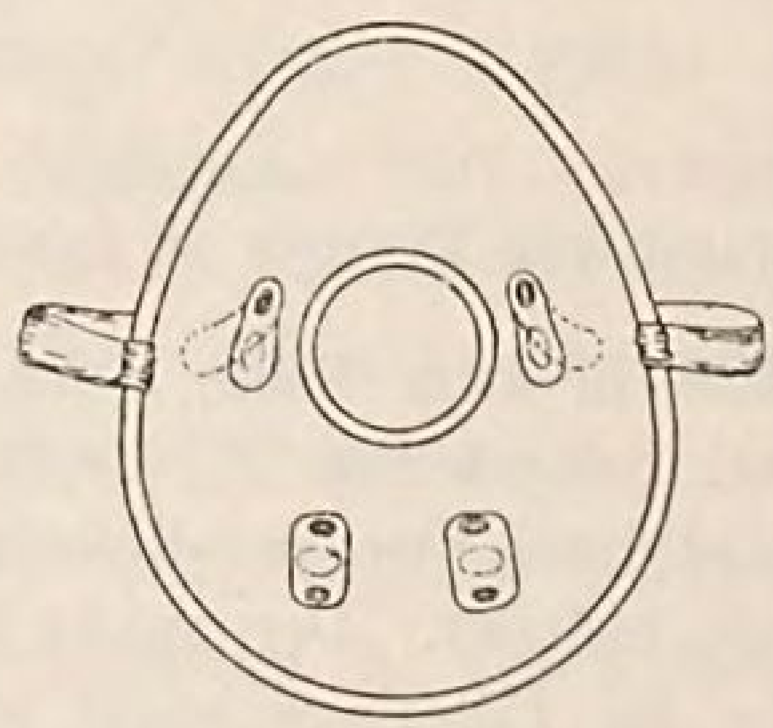
Der zweite von der französischen Gesellschaft mit einer Anerkennung bedachte Apparat ist der in Fig. 303 bis 305 dargestellte Simmelbauer'sche Respirator, der in zwei Ausführungen, aus Kautschuk (Fig. 303) und aus Aluminium (Fig. 304 u. 305) geliefert wird.

Fig. 303.



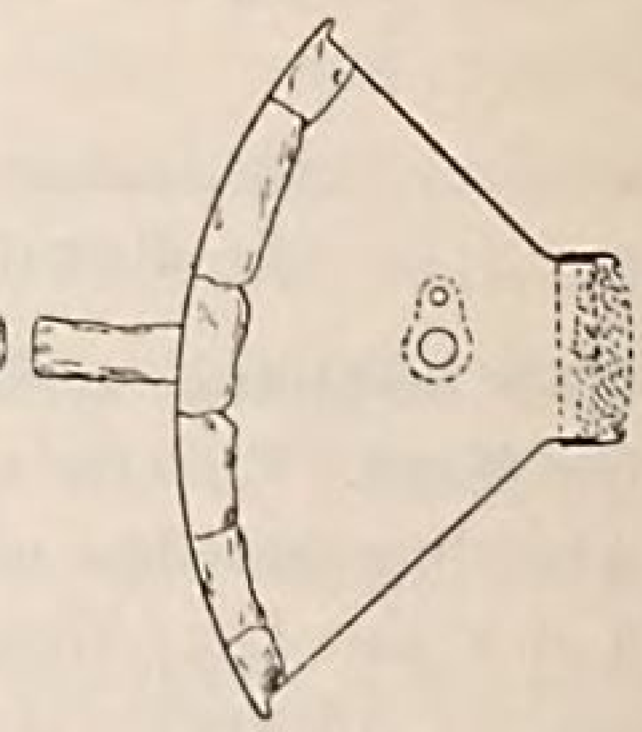
Schnitt.
Ausführung in Kautschuk.

Fig. 304.



Vorderansicht.

Fig. 305.



Schnitt.
Ausführung in Aluminium.

Respirator von M. Simmelbauer in Montigny.

Der Apparat bedeckt gleichzeitig Nase und Mund. In der ersten Ausführung besteht derselbe aus dünnem Kautschuk, welcher über ein breites Gerippe aus fünf kleinen Metalllamellen gezogen ist. Dieselben sind an einen zylindrischen Metallring angelötet, der vorn mit einem runden Stück Drahtgewebe geschlossen wird, hinter welchem das Inspirationsfilter liegt. Die Exspirationsluft nimmt ihren Weg durch eine Anzahl kleiner Kautschukventile, deren Lage aus der Zeichnung ersichtlich ist. — In der zweiten Ausführung besteht der ganze Apparat aus Aluminium und hat nur an dem hinteren Rande eine Einfassung aus Plüsch. Form und Anordnung des Inspirationsfilters sowie der Exspirationsventile ist dieselbe wie bei der ersten Konstruktion. Das Gewicht beider Ausführungen ist sehr gering (17 bis 23 und 22 bis 31 g). Bei damit angestellten Versuchen hat sich der Gesichtsschluss noch als verbesserungsbedürftig herausgestellt.

Aus dem vorstehend Gesagten geht zur Genüge hervor, dass auch die Konkurrenzausschreibung der französischen Gesellschaft die Frage noch nicht zum Abschluss gebracht hat. Es bleibt daher weiteren Versuchen vorbehalten, eine Verbesserung der für manche Fälle so unentbehrlichen Atmungsapparate herbeizuführen. In erster Linie wird es Aufgabe der experimentellen Forschung sein, gewisse noch unerledigte Vorfragen zur Lösung zu bringen. Vor allem wird endgiltig festzustellen sein, wie gross der Widerstand ist, welchen die normale Lunge nicht

nur bei Ruhe, sondern auch bei lebhafter Körperbewegung ohne Anstrengung zu überwinden im stande ist.[1]) Auf dieser Grundlage wird sich erst ein sicherer Anhalt dafür ergeben, wie gross die Filterfläche eines Atmungsapparates sein muss, damit derselbe ohne Beschwerden von dem Arbeiter getragen werden kann. Angesichts der Thatsache aber, dass es kaum je gelingen dürfte, einen allen Anforderungen entsprechenden Respirator zu konstruieren, steht die Technik vor der noch viel wichtigeren Aufgabe, die Arbeitsräume möglichst staubfrei und frei von allen sonstigen schädlichen Stoffen zu halten, damit die Notwendigkeit, sich besonderer Atmungsapparate zu bedienen, auf ein Minimum beschränkt wird.

Ganz anders stellt sich die Aufgabe, wenn es sich nicht, wie in den bisher allein in Rücksicht gezogenen Fällen, darum handelt, eine an sich atembare Luft von gewissen schädlichen Beimengungen zu befreien, sondern wenn der Atmungsapparat den vorübergehenden Aufenthalt in Räumen ermöglichen soll, die mit irrespirablen Gasen, Rauch oder dergl. gefüllt sind. Eine solche Eventualität kann z. B. vorkommen bei Fabrikbränden (vergl. S. 300), ferner beim Betreten der Gärkeller der Brauereien, von Räumen, in denen Ausströmungen von Kohlensäure, Ammoniakgas (Kühlmaschinen) oder anderen irrespirablen Gasen stattgefunden haben, behufs Rettung von Verunglückten und bei ähnlichen Gelegenheiten. Für die eigentliche Gewerbehygiene spielen diese Apparate gegenüber den zuvor besprochenen eine untergeordnete Rolle, und wir können um so eher darüber hinweggehen, als dieselben in hoher Vollkommenheit von einer Reihe von Firmen geliefert werden. Nach Art der bekannten Taucherapparate führen diese Atmungsapparate den luftdicht von dem umgebenden Raum abgeschlossenen Respirationsorganen Luft von aussen zu. Die Ausatmung erfolgt durch Ventile. Je nach dem Einzelfall werden entweder Apparate angewandt, die maskenartig das ganze Gesicht bedecken, wie die bei zahlreichen Feuerwehren eingeführte Stolz'sche Rauchmaske (Fabrikant Gustav Schernick in Magdeburg), oder es kommen Vorrichtungen zur Verwendung, welche bei gleichzeitigem Verschluss der Nase lediglich eine Schlauchverbindung des Mundes mit der Aussenluft, bezw. mit Luftreservoiren herstellen, welche der damit Ausgerüstete auf dem Rücken trägt (Atmungsapparate von L. v. Bremen & Co. in Kiel, Bernhard Loeb jun. in Berlin u. a.). Bei längerer Schlauchverbindung muss die Luft unter Druck eingeführt werden. Den Schutz der Augen bewirkt

[1]) K. Möller a. a. O.

in diesem Falle eine Rauchbrille (vergl. S. 497). Ein Schutzanzug, der das Eindringen in raucherfüllte brennende Räume ermöglichen soll, ist von L. v. Bremen & Co. in Kiel konstruiert und kürzlich bei der Berliner Feuerwehr eingeführt.

Derselbe besteht aus Jacke und Hose aus wasserdichtem doppeltem Zeuge, erstere über die letztere fallend und mit einem Leibgurt befestigt. Mit der Jacke fest verbunden ist ein leichter Korbhelm, ebenfalls wasserdicht und vorn mit einem grossen zu öffnenden und dicht zu verschliessenden Fenster versehen. Die Luft wird vermittels eines Blasebalgs durch einen Schlauch zugeführt, welcher mittels Verschraubung in einem kurzen, auf dem Rücken der Jacke befestigten Schlauchende verbunden ist, das im Nacken des Helmes in denselben einmündet. Im Innern desselben zirkuliert die Luft, durch Kanäle sich verteilend, um den Kopf des Mannes und bestreicht fortwährend die innere Fläche des Fensters, dasselbe dadurch vor dem Beschlagen und Undurchsichtigwerden schützend. Der Mann atmet frei im Innern des Helmes ein und aus. Im Falle zu grosser Annäherung der Flamme wird das Strahlrohr des mitgeführten Wasserschlauchs in eine vorn am Leibgurt befindliche, trichterartige Öffnung gesteckt, von welcher ein kurzer Schlauch zu einer Douchevorrichtung am Helm über dem Kopfe des Mannes führt, so dass derselbe sich vollständig mit Wasser überrieseln kann. Der Apparat hat u. a. auch bei Grubenbränden nutzbringende Verwendung gefunden.

III. Teil.

Verhütung der durch den Maschinenbetrieb bedingten Unfälle.

III. Teil.

Verhütung der durch den Maschinenbetrieb bedingten Unfälle.

VIII. Abschnitt.

Kessel und Motor.

Von **E. Claussen,**
Königl. Regierungsbaumeister, comm. Gewerbeinspektor in Nienburg a. W.

A. Dampfkessel.

Der Dampfkessel bedroht vor allem durch die Möglichkeit der Explosion seine Umgebung mit Gefahr.[1]) Nach v. Reiche[2]) kann die Explosion eines Dampfkessels verursacht werden:

1. durch fehlerhafte Konstruktion oder schlechtes Material;
2. durch Abnutzung des Kessels (Verschleiss);
3. durch Verminderung der Festigkeit infolge von Überhitzung der Kesselwandungen, herbeigeführt durch Wassermangel;
3. durch so hohe Dampfspannung, wie sie bei der Konstruktion des Kessels nicht beabsichtigt war;
5. durch auf die Kesselwandungen ausgeübte Stösse.

Die in den Jahren von 1878 bis 1893 im Deutschen Reiche vorgekommenen Kesselexplosionen sind nach diesen Gesichtspunkten in der Tabelle S. 508 geordnet.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass die meisten Dampfkesselexplosionen (43,6 %) durch Wassermangel herbeigeführt werden. Es sollen daher die Vorrichtungen zur Verhütung von Wassermangel im Kessel hier in erster Linie Besprechung finden.

[1]) Vergl. S. 145 ff.

[2]) v. Reiche, Anlage und Betrieb der Dampfkessel. 3. Aufl. Leipzig 1886—1888.

Dampfkesselexplosionen im Deutschen Reiche in den Jahren von 1878 bis 1893.

Jahr	Anzahl der Explosionen	Ursache der Explosionen: schlechtes Material, schlechte Konstruktion und Reparatur	Ursache der Explosionen: Abnutzung (Verschleiss)	Ursache der Explosionen: Wassermangel, Erglühen, Kesselsteinbildung	Ursache der Explosionen: zu hohe Dampfspannung	Ursache der Explosionen: Stösse auf die Kesselwandung	Verletzte Personen: tot	Verletzte Personen: schwer verletzt	Verletzte Personen: leicht verletzt	Bemerkungen
		1	2	3	4	5				
1878	18	5	7	5	—	1	10	5	17	
1879	18	5	3	8	2	—	36	10	32	
1880	20	4	3	9	4	—	10	5	14	
1881	11	3	1	7	—	—	8	18	21	
1882	11	2	5	2	2	—	19	14	15	
1883	14	1	5	5	2	—	23	8	24	Bei einem Kessel ist die Ursache der Explosion nicht bestimmt ermittelt.
1884	14	1	8	2	3	—	12	11	22	
1885	13	4	3	5	1	—	11	2	9	
1886	16	1	4	9	—	1	10	5	8	Ausserdem ein Kessel infolge von Gasexplosion in den Heizröhren.
1887	14	2	4	5	3	—	17	5	59	14 Explosionen mit zusammen 37 Dampfkesseln, von denen allein 22 Dampfkessel auf der Friedenshütte am 25. Juli explodierten.
1888	15	2	3	8	2	—	4	3	4	
1889	16	2	4	8	2	—	6	5	17	
1890	16	1	7	5	2	—	7	1	10	Ein Kessel infolge der inneren Spannungen im Material, hervorgerufen durch unrichtige Anordnung der Feuerung, und hohen Alters.
1891	10	1	—	6	1	—	—	3	7	Zwei Kessel infolge hohen Alters und des Auftretens von inneren Spannungen im Material.
1892	18	2	3	13	—	—	12	11	18	
1893	10	5	—	5	—	—	6	5	10	
Summa	234	41	60	102	24	2	191	111	287	
in Prozenten	—	17,5	25,6	43,6	10,2	0,9	32,5	18,9	48,6	2,2 unbestimmt.

a. Verhütung der infolge Wassermangels entstehenden Dampfkesselexplosionen.

Während des Dampfkesselbetriebes werden die in dem Kessel erzeugten Dämpfe diesem planmässig entnommen, wobei sich die in dem Kessel enthaltene Wassermenge um so viel vermindert, als in Dampf verwandeltes Wasser dem Kessel entzogen wird. Infolge dessen sinkt der Wasserspiegel im Kessel. Hat er eine solche Tiefe erreicht, dass das Feuer an den Wandungen Stellen berührt, an denen sich innen kein Wasser mehr befindet, so tritt eine übermässige Erwärmung des Bleches an diesen Stellen ein. Diese kann zum Erglühen der Kesselwandungen führen, wodurch die Widerstandsfähigkeit des Kesselbleches so herabgemindert wird, dass es dem inneren Druck nicht mehr widerstehen kann. Es tritt alsdann ein nicht beabsichtigter plötzlicher Dampfaustritt durch die Kesselwandung ein, ein Ereignis das man als Explosion bezeichnet. Es müssen daher an jedem Kessel Vorrichtungen angebracht werden, welche den jeweilig vorhandenen Wasserspiegel genau erkennen lassen (Wasserstandsvorrichtungen), und andere, welche dem Kessel stets so viel Wasser wieder zuführen, wie ihm in Form von Dampf entzogen wird (Speisevorrichtungen), endlich eine Marke zur Sichtbarmachung des festgesetzten niedrigsten Wasserstandes, welcher 10 cm über der höchsten vom Feuer berührten Stelle liegen muss.

Vorrichtungen zur Erkennung des Wasserstandes. § 5 der allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlage von Dampfkesseln vom 5. August 1890 schreibt mit Bezug auf die Anbringung von Vorrichtungen zur Erkennung des Wasserstandes vor:

„Jeder Dampfkessel muss mit einem Wasserstandsglase und mit einer zweiten geeigneten Vorrichtung zur Erkennung seines Wasserstandes versehen sein. Jede dieser Vorrichtungen muss eine gesonderte Verbindung mit dem Innern des Kessels haben, es sei denn, dass die gemeinschaftliche Verbindung durch ein Rohr von mindestens sechzig Quadratcentimeter lichtem Querschnitt hergestellt ist.“

Ferner bestimmt § 7:

„Der für den Dampfkessel festgesetzte niedrigste Wasserstand ist am Wasserstandsglase, sowie an der Kesselwandung oder dem Kesselmauerwerk durch eine in die Augen fallende Marke zu bezeichnen.

„An der Aussenwand jedes Dampfschiffskessels ist die Lage der höchsten Feuerzüge nach der Richtung der Schiffsbreite in leicht erkennbarer, dauerhafter Weise kenntlich zu machen; ferner sind an derselben zwei Wasserstandsgläser in einer zur Längenrichtung des Schiffes normalen Ebene, in gleicher Höhe, symmetrisch zur Kesselmitte und möglichst weit von ihr nach rechts und links abstehend anzubringen. Durch das hierdurch bei Dampfschiffskesseln geforderte zweite Wasserstandsglas wird die im § 5 angeordnete zweite Vorrichtung zur Erkennung des Wasserstandes nicht entbehrlich gemacht.“

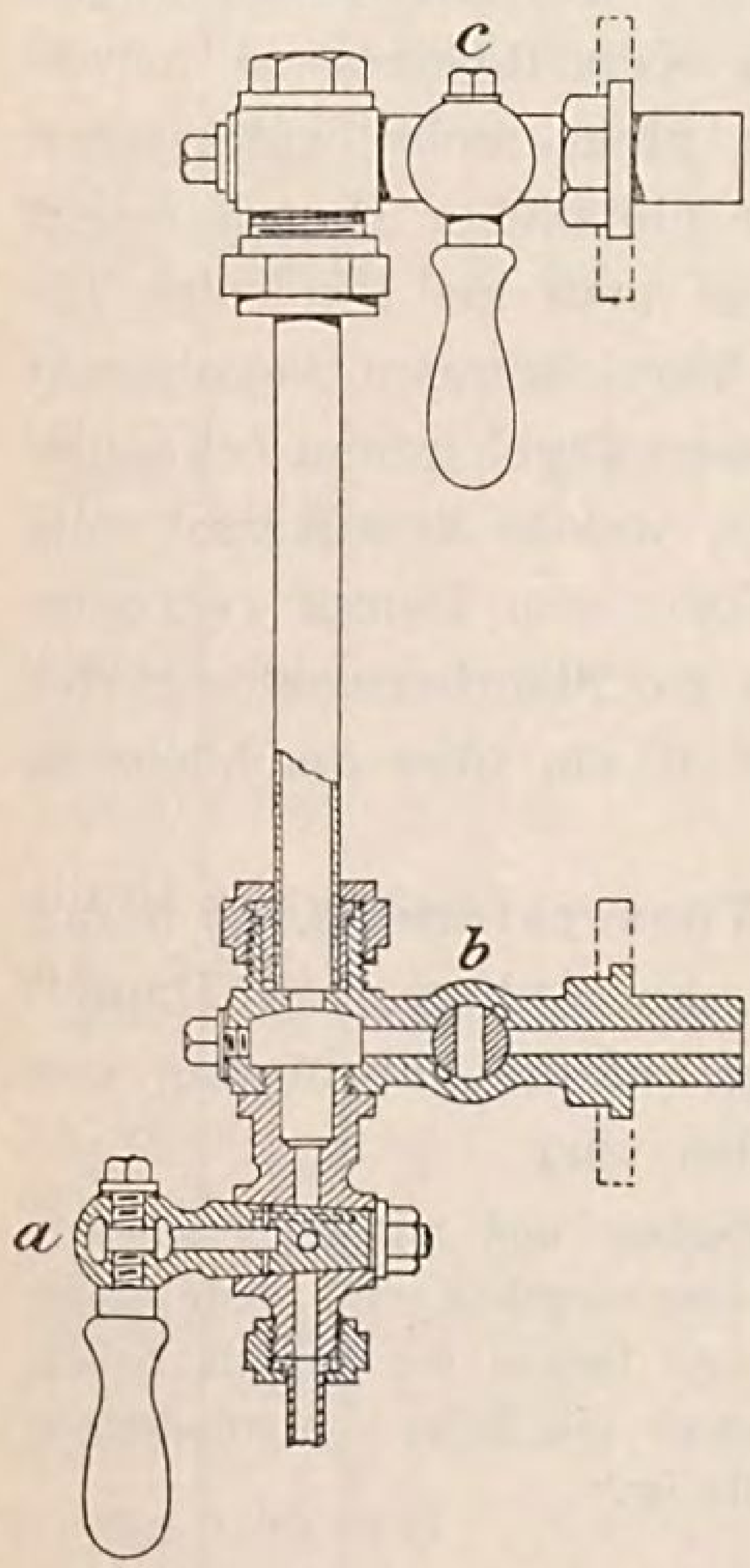
Weiter heisst es in § 6:

„Werden Probierhähne zur Anwendung gebracht, so ist der unterste derselben in der Ebene des festgesetzten niedrigsten Wasserstandes anzubringen. Alle Probierhähne müssen so eingerichtet sein, dass man behufs Entfernung von Kesselstein in gerader Richtung hindurchstossen kann.“

In Fig. 306 ist ein Wasserstandsglas in der Ausführung von Schäffer & Budenberg in Magdeburg-Buckau dargestellt. Der obere Teil ist in der Ansicht, der untere durchschnitten gezeichnet.

Der Hohlraum des Glases steht durch die Bohrungen in den Hahnköpfen mit dem Kesselinnern in Verbindung, und zwar soll der obere mit dem Dampfraum, der untere mit dem Wasserraum verbunden sein. Da das Wasser und der Dampf im Kessel unter gleichem Druck stehen, wird der Wasserstand in dem Glase im allgemeinen mit dem im Kessel übereinstimmen. Wenn sich aber infolge von Kesselsteinbildung die Bohrung des oberen Hahnkopfes verstopft, so wird der in dem Glase über dem Wasser befindliche Dampf von dem Kesselinnern abgeschlossen und ihm von hier keine Wärme mehr zugeführt. Infolge der Wärmeausstrahlung des Glases und des oberen Hahnkopfes giebt nun der abgesperrte Dampf Wärme ab, wodurch im oberen Teil des Glases eine Druckverminderung entsteht, der im Innern des Dampfkessels vorhandene Druck sucht den Gleichgewichtszustand wiederherzustellen und veranlasst sofort ein Steigen des Wassers im Glase. Es ist dann nicht mehr der wirkliche Wasserstand vorhanden, sondern nur ein scheinbarer, wodurch schon häufig Kesselexplosionen herbeigeführt sind. Damit sich nun der Wärter davon überzeugen kann, ob die Hahnkopfbohrungen offen sind, befinden sich an der Wasserstandsvorrichtung drei Hähne, und zwar der eine (a) in der Verlängerung des Wasserstandsglases, die beiden anderen (b c) in den Verbindungsstücken, die zum Kessel führen. Um zu sehen, ob die obere Bohrung frei ist, öffnet der Wärter den oberen und den unteren Hahn und schliesst den mittleren; tritt dann heftig Dampf aus, so ist die obere Bohrung offen, tritt kein oder nur wenig Dampf träge aus, so ist sie verstopft. Schliesst man den oberen Hahn und öffnet den mittleren und unteren, so muss heftig Wasser austreten, welches zum Teil gleich verdampft, sodass man Wasser und Dampf zugleich austreten sieht. Wenn eine der Bohrungen sich durch Kesselstein zugesetzt hat, reinigt man dieselbe in der Weise, dass man die den Bohrungen gegenüber befindlichen Reinigungsschrauben löst und mit einem Draht durch die Bohrungen bis ins Kesselinnere stösst.

Fig. 306.



Wasserstandsglas von Schäffer & Budenberg in Magdeburg-Buckau.

Jeder Kesselwärter ist unbedingt verpflichtet, sich täglich mehrere Male durch Öffnen der Hähne davon zu überzeugen, dass das Wasserstandsglas den richtigen Wasserstand angiebt. Da bei längerem Betriebe die

Hähne schwer dicht zu halten sind und ein Nachschleifen nur während des Stillstandes des Kessels vorgenommen werden kann, so hat man sie mit Schmierung versehen, wie dieses in Fig. 306 im Schnitt angedeutet ist.

Die Wasserstandsgläser zerbrechen nicht selten, wobei der Kesselwärter leicht durch umherfliegende Glassplitter verletzt oder durch das austretende kochende Wasser, bezw. den Wasserdampf verbrüht werden kann. Man hat den Heizer hiergegen zu schützen gesucht, indem man das Glas mit einer Messinghülse umgab, die einen schmalen Schlitz zur Erkennung des Wasserstandes hatte. Diese Anordnung ist durchaus verwerflich, weil bei derselben der Heizer nicht von jedem Standpunkte vor dem Kessel den Wasserstand sicher erkennen kann. Vielfach findet man auch, namentlich an älteren Kesseln, das Wasserstandsglas mit einer Anzahl nicht gerade sehr dicht stehender, dem Glase parallel laufender Eisen- oder Messingstäbe umgeben, eine Anordnung, die ebenfalls wertlos ist, da sie dem Heizer nur unzureichenden Schutz gegen Verletzung und Verbrühung gewährt.

An eine gute Schutzhülse sind folgende Anforderungen zu stellen:

1. Sichere Erkennung des Wasserstandes von jedem Standpunkte des Wärters aus;
2. Sicherer Schutz gegen umherfliegende Glassplitter beim Platzen des Glases;
3. Schutz gegen Verbrühen.

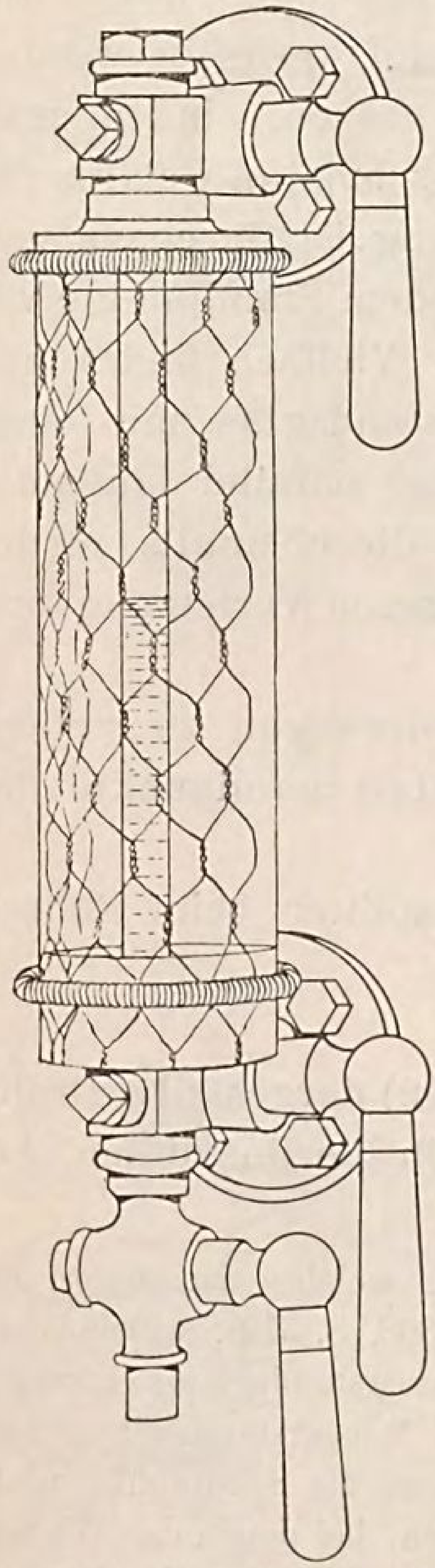
Im wesentlichen entspricht die in Fig. 307 (S. 512) dargestellte Drahtglas-Schutzhülse von Richard Schwartzkopff in Berlin diesen Anforderungen.

Sie besteht aus einem Stück dicken gebogenen Glases, welches im Innern ein Geflecht aus Draht enthält. Durch zwei Spiralfedern (Fig. 308, S. 512), welche oben und unten über die Schutzhülse und die Mutter des Wasserstandsglases gezogen werden, ist eine nicht starre Verbindung der Hülse mit dem Wasserstandskörper hergestellt, so dass herumfliegende Stücke des Wasserstandsglases die Schutzhülse nicht beschädigen können. Bei einer grösseren Anzahl von Versuchen, bei denen das Wasserstandsglas absichtlich zum Zerspringen gebracht wurde, konnten die Hähne der Wasserstandsvorrichtung so schnell geschlossen werden, dass Verbrühungen nicht vorkamen.

Es empfiehlt sich, den oberen Hahn h_2 (Fig. 309, S. 512) und den unteren h_1 des Wasserstandsglases so durch eine Stange g zu verbinden, dass die Hähne beide gleichzeitig geschlossen werden können. Eine solche Konstruktion ist von E. Keller in Dresden angegeben. Die Stange ist so eingerichtet, dass je nach Bedarf jeder der Hähne für sich allein geöffnet oder geschlossen werden kann, indem die kleinen Zapfen c durch die Löcher d abgehoben werden. Mag diese Vorrichtung im ersten Augenblick auch überflüssig oder lästig erscheinen, so hat sie sich doch im allgemeinen gut bewährt und ist namentlich da nicht zu entbehren, wo

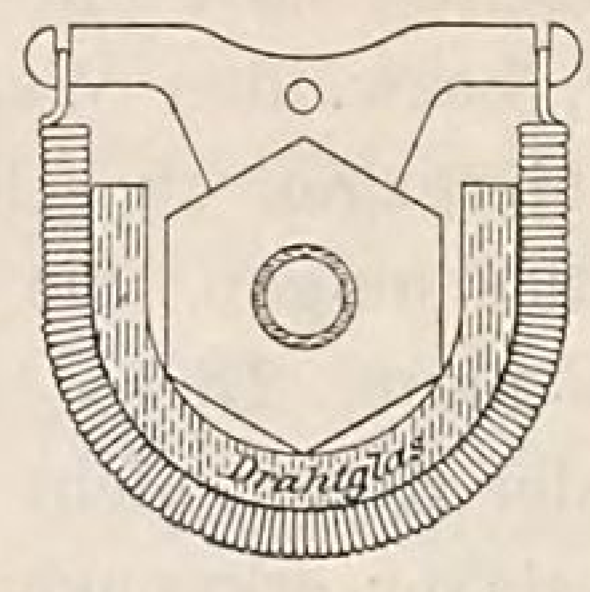
bei Doppelkesseln am unteren und oberen Kessel Wasserstandsgläser vorhanden sind, weil beim Platzen des Glases am oberen Kessel der Wärter gewöhnlich erst von seinem Standpunkt vor der Feuerung am unteren Kessel aus eine enge Leiter erklimmen und dann in dem bereits stark ausgetretenen Dampf auf der meist schmalen Galerie vor dem oberen Kessel nach den Griffen der Hähne suchen muss. Ist die angegebene Vorrichtung vorhanden, so kann der Wärter im Falle des Platzens des oberen Glases, das sich immer durch einen lauten Knall bemerkbar macht, durch einen Griff von seinem gewöhnlichen Standpunkt aus beide Hähne schliessen.

Fig. 307.



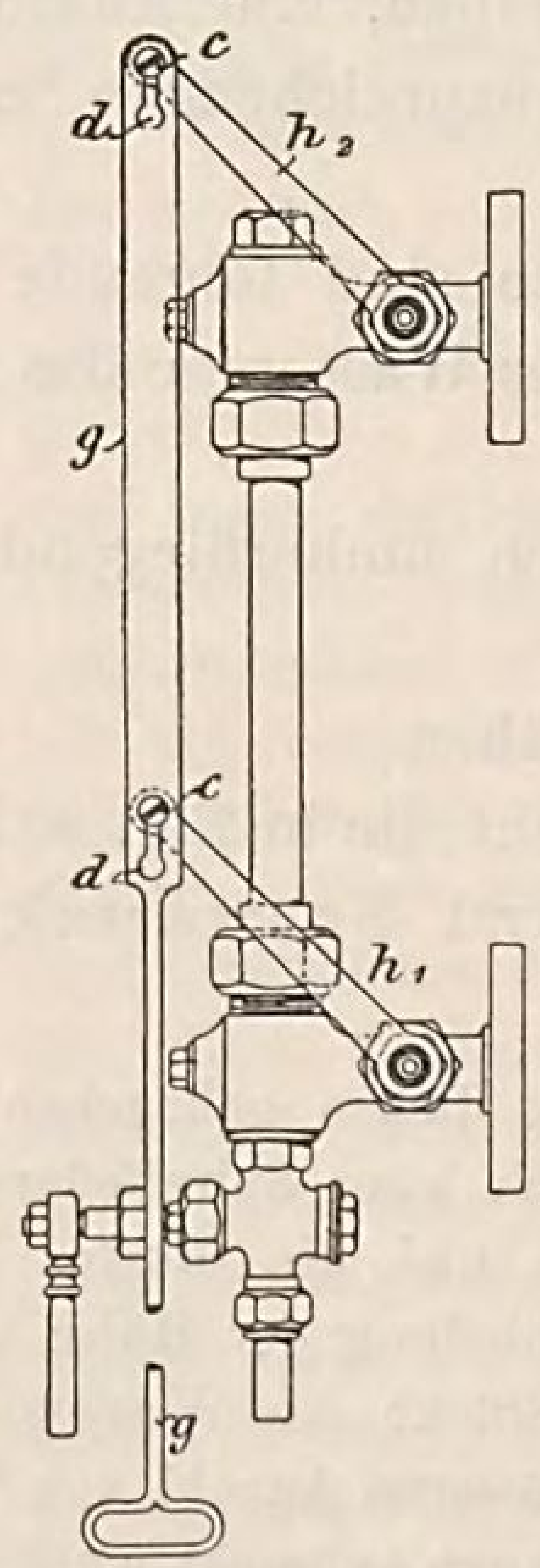
Drahtglas-Schutzhülse für Wasserstandsgläser von R. Schwartzkopff in Berlin.

Fig. 308.



Spiralfeder zur Befestigung der Schwartzkopff'schen Schutzhülse.

Fig. 309.



Wasserstandsglas von E. Keller in Dresden.

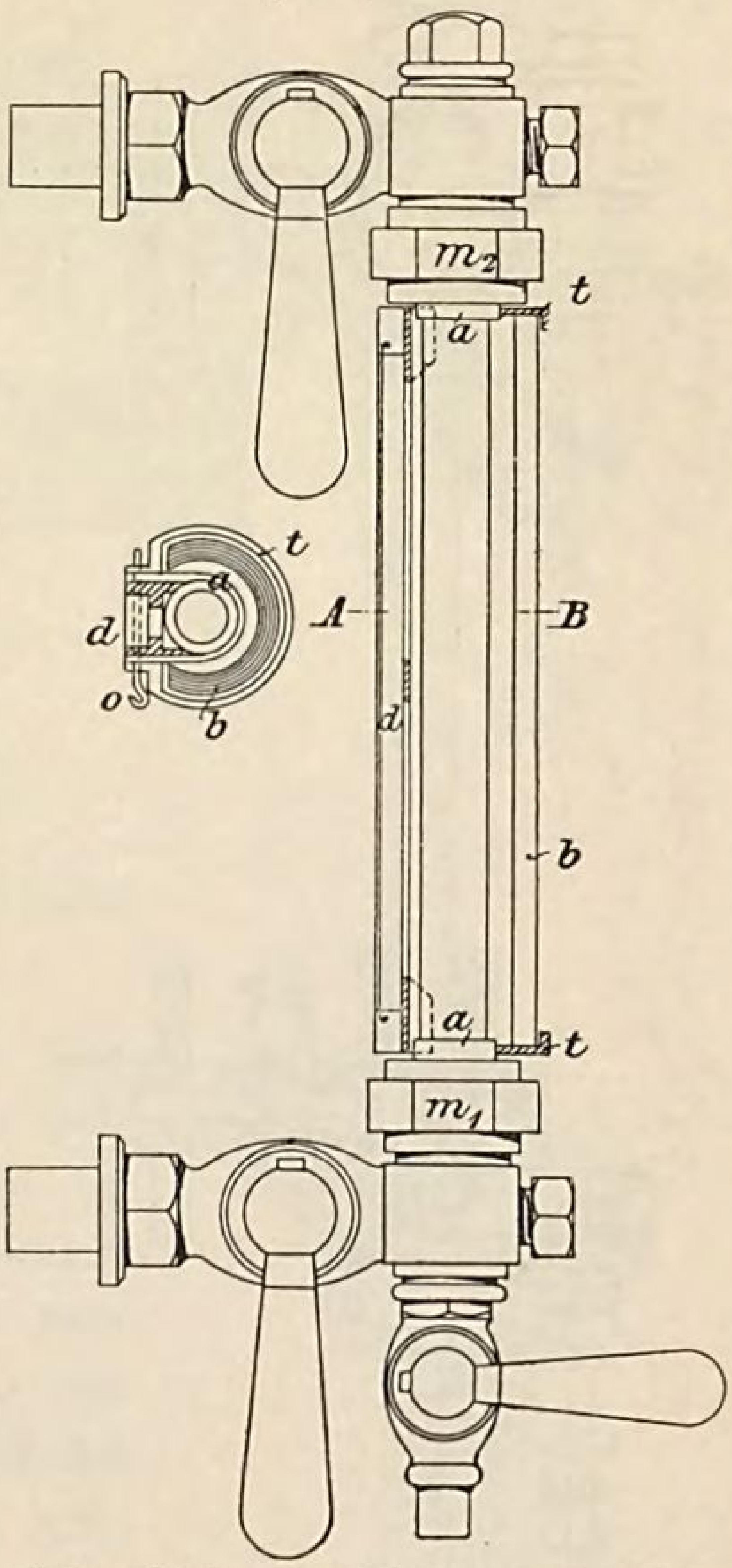
Die Wasserstandsgläser werden durch ihren Inhalt während des Betriebes stark erwärmt und können einer plötzlichen Abkühlung, wie sie namentlich durch Zugluft entsteht, nicht widerstehen. Die in Fig. 310 (S. 513) dargestellte Schutzhülse von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover schützt das Glas vor einer solchen Abkühlung.

Die Schutzvorrichtung besteht aus einem dicken hinten offenen Glaszylinder b, welcher das Wasserstandsglas auf etwa $^3/_4$ seines Umfanges konzentrisch umgiebt. An der hinteren Seite (also dem Kessel zugewandt) befindet sich ein mit einem Schlitz versehener Metallstreifen d. Das Glas ruht zwischen zwei Metalltellern t, welche über die Stopfbüchsen-Druckringe a geschoben werden und auf den Muttern m_1 und m_2 ruhen. Die Teller haben einen hervortretenden Rand, gegen den sich das Schutzglas legt. An

der hinteren Seite sind die Teller mit dem Metallstreifen d durch Stifte verbunden, so dass das Ganze einen festen Halt bei leichter Zugänglichkeit erhält. Der Wasserstand ist durch das Schutzglas von jedem Standpunkt des Heizers aus gut zu beobachten.

Im allgemeinen haben sich gläserne Schutzhülsen, welche das Wasserstandsglas umgeben, selbst wenn sie recht dick waren, insofern nicht gut bewährt, als sie beim Platzen der Wasserstandsgläser sehr häufig mit zertrümmert werden und dann durch das Umherfliegen ihrer grossen Glastrümmer dem beim Kessel beschäftigten Personal erst recht gefährlich sind.[1]) Auch durch die vorhin erwähnte Dreyer, Rosenkranz & Droop'sche Schutzhülse wird diese Gefahr nicht ganz beseitigt. Einen wirksameren Schutz bietet der in Fig. 311 (S. 514) dargestellte Wasserstandsanzeiger mit Selbstschluss-Vorrichtung von Schäffer & Budenberg in Magdeburg-Buckau.

Fig. 310.



Schutzhülse für Wasserstandsgläser von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover.

In den Hahnköpfen befinden sich Ventile angeordnet, welche durch eine kleine Feder für gewöhnlich offen gehalten werden. Zerspringt das Wasserstandsglas, so entweicht auf der Seite der Ventile, an welcher sich die Feder befindet und die mit dem Wasserstandsglase in Verbindung steht, plötzlich der Druck; infolge dessen werden durch den im Kessel vorhandenen hohen Überdruck die Federn zusammengepresst und die Ventile geschlossen, so dass Dampf und Wasser nicht austreten können. Die Anordnung ist so getroffen, dass der Wärter das Ventil mit dem Sitz und der Feder herausnehmen muss, wenn er sich überzeugen will, ob die Bohrung zum Kesselinnern offen ist. Bei dieser Gelegenheit kann er leicht das Ventil nachsehen und es erderforlichen Falls reinigen.

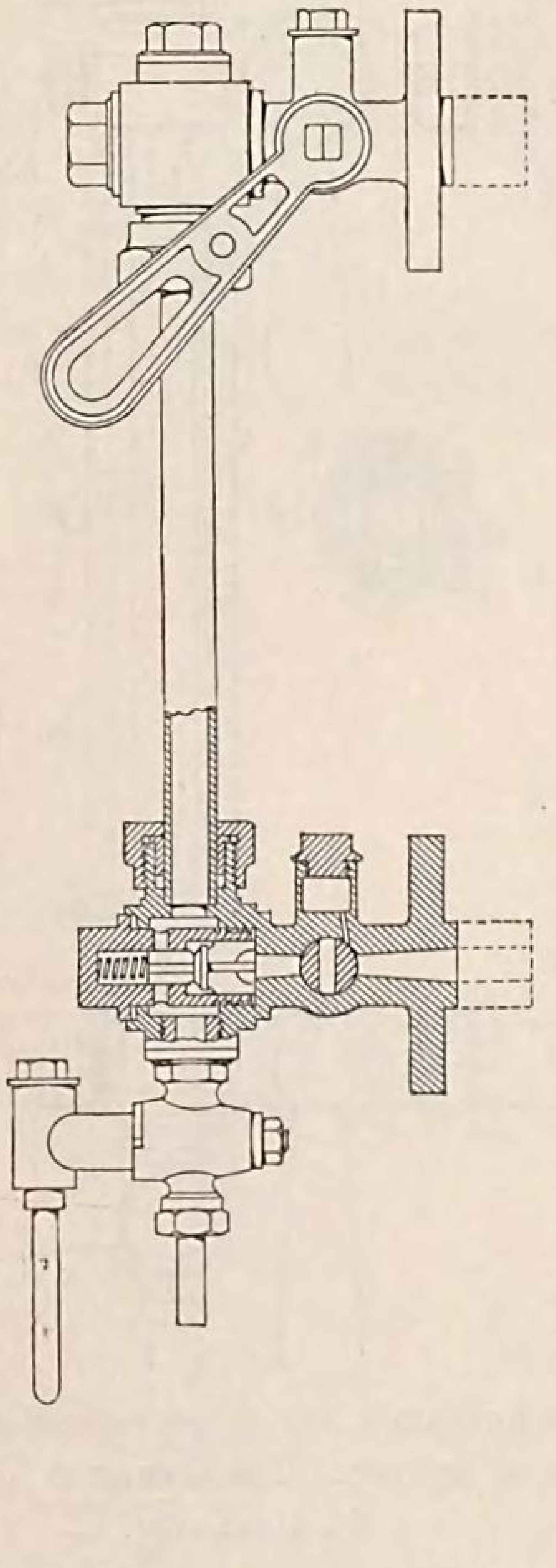
Eine andere Anordnung, die denselben Zweck verfolgt, von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover, ist in Fig. 312 (S. 514) dargestellt.

Hier ruhen auf kleinen Lagern p Kugeln, welche beim Zerplatzen des Wasserstandsglases durch den Überdruck des Dampfes oder des Wassers gegen die Öffnungen zum Wasserstandsglas gelegt werden und diese dicht verschliessen. Auch hier ist die

[1]) XXII. Jahresbericht des Norddeutschen Vereins zur Überwachung von Dampfkesseln in Hamburg, 1891.

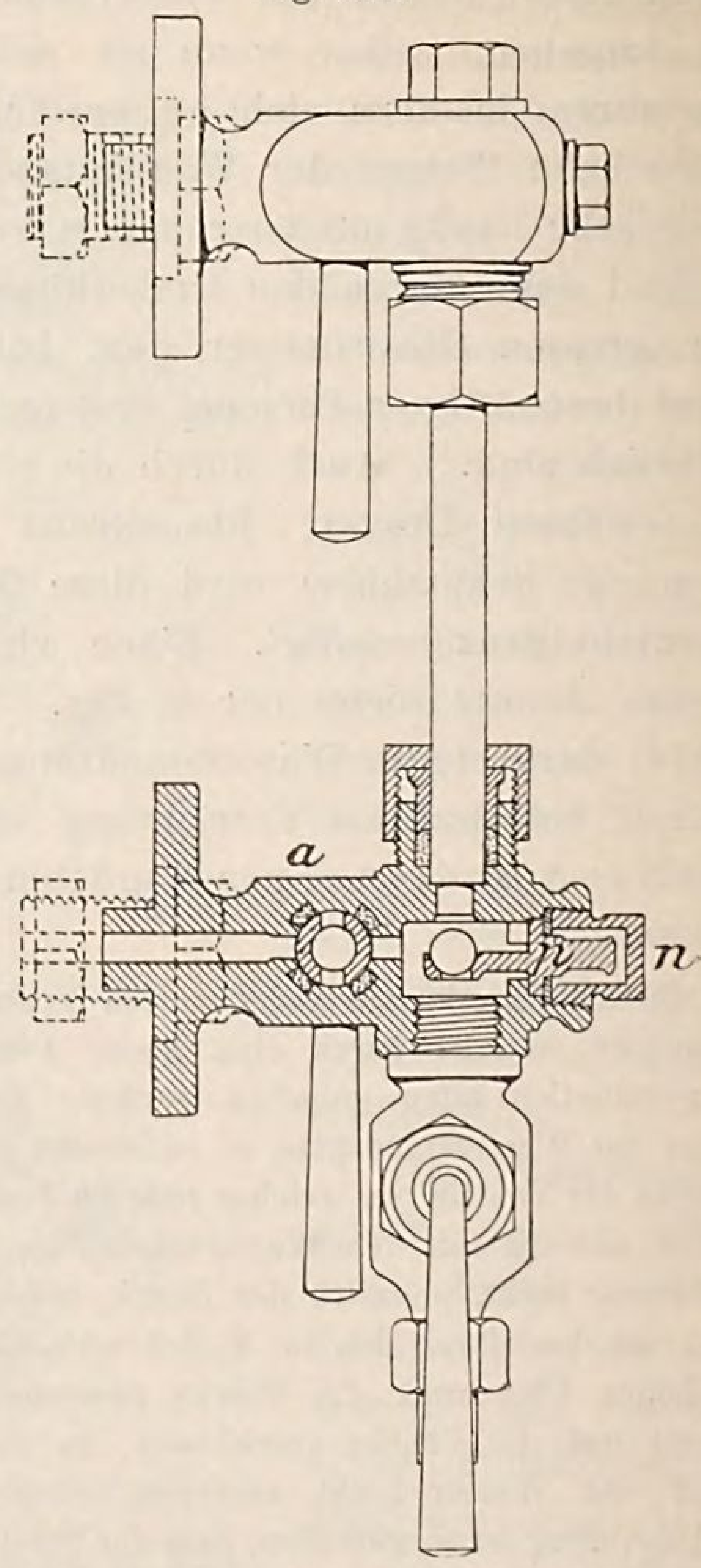
Maassregel getroffen, dass die Mutter n mit dem Teller p und der Kugel erst entfernt werden muss, bevor der Wärter die Öffnung zum Kesselinnern durchstossen kann. Ausserdem sind hier die Hähne mit Asbestpackung a versehen, damit sie sich stets leicht bewegen lassen, nicht festbrennen und gut dicht halten.

Fig. 311.



Wasserstandsglas mit Selbstschluss-Vorrichtung von Schäffer & Budenberg in Magdeburg-Buckau.

Fig. 312.

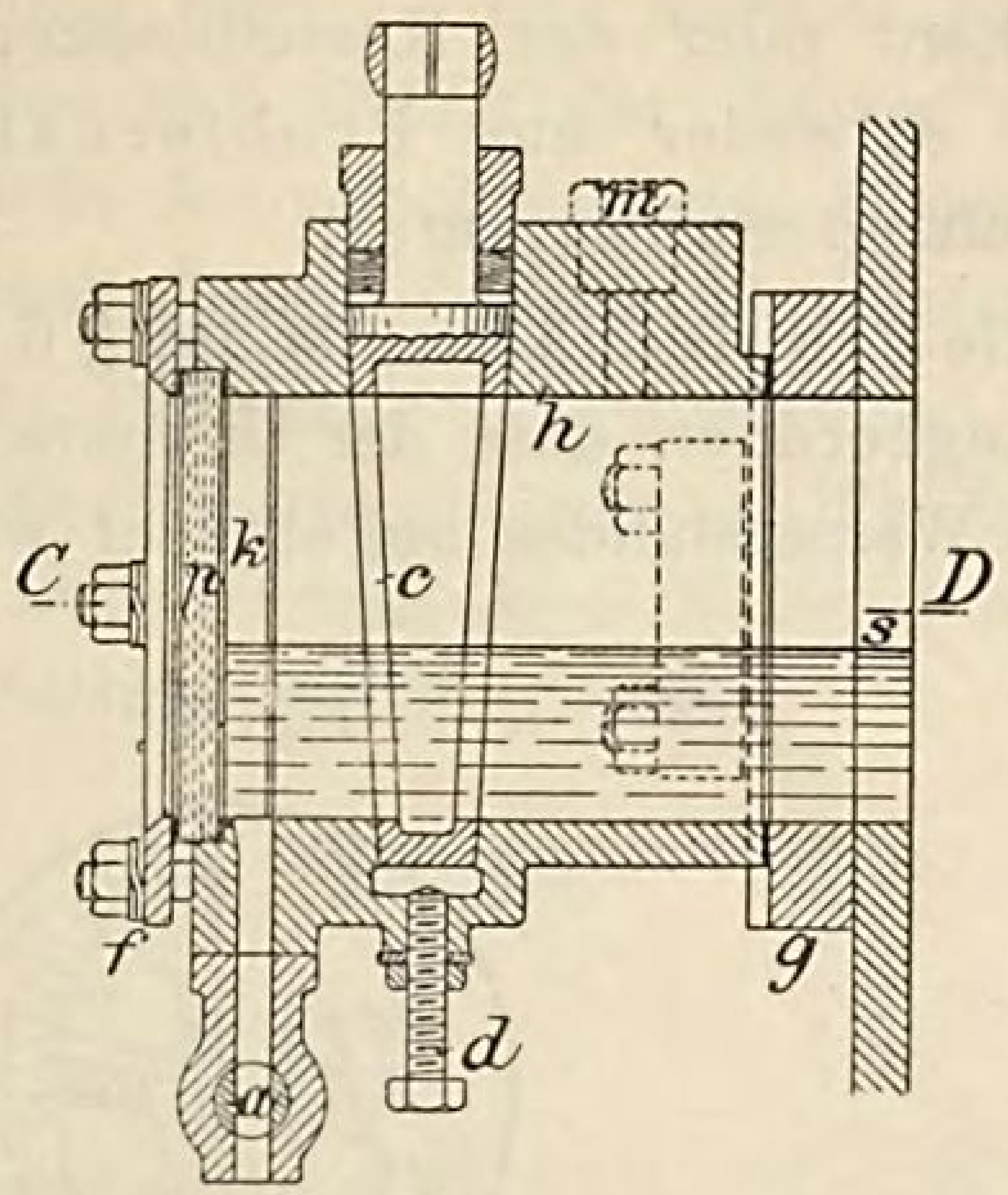


Wasserstandsglas mit Selbstschluss-Vorrichtung von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover.

Es wurde bereits auf die Gefahr hingewiesen, die durch eine Verstopfung der Öffnungen in den Wasserstandsköpfen und den dadurch hervorgerufenen scheinbaren Wasserstand bedingt wird. Dieser Übelstand wird durch die Wasserstandszeiger System Ochwadt (Fig. 313 bis 315) vermieden. Fig. 314 stellt die Ansicht, Fig. 313 den Längsschnitt in der Richtung AB (Fig. 315) und Fig. 315 den Horizontalschnitt CD (Fig. 313) dar.

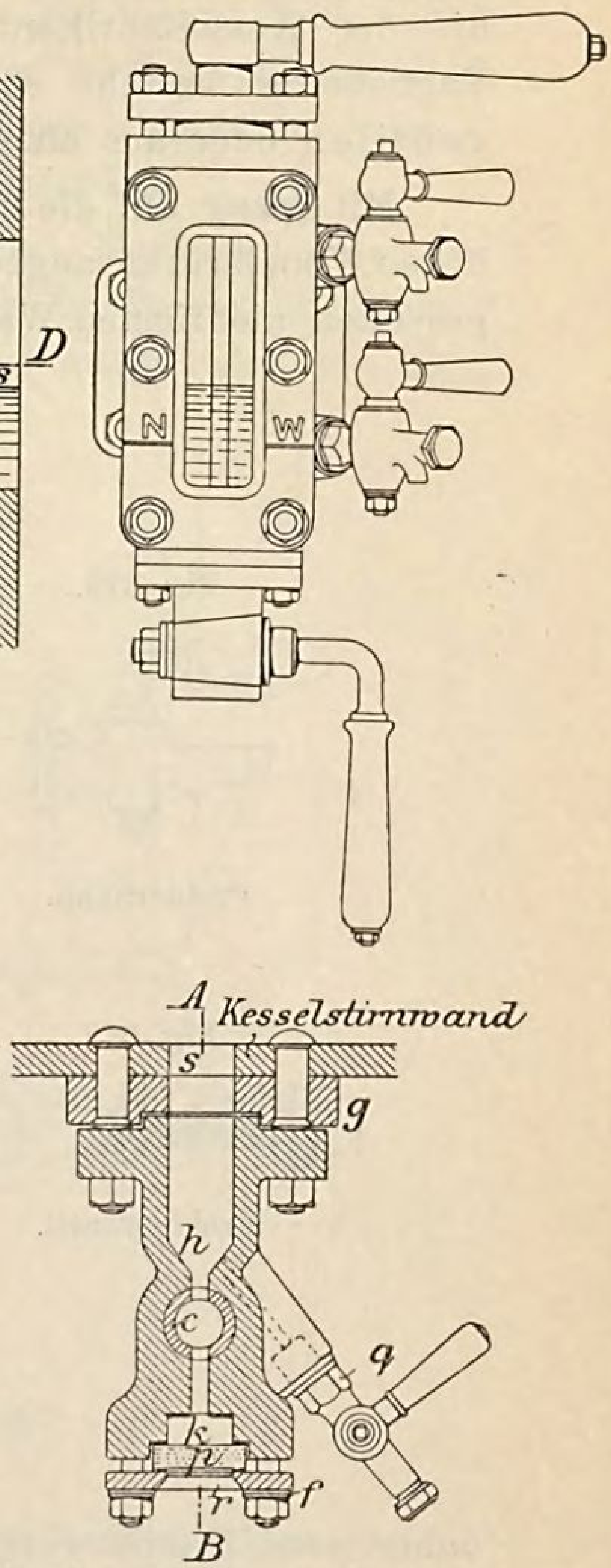
In der Kesselstirnwand und in dem Wasserstandszeiger befindet sich ein langer Schlitz s, welcher an der Stelle h enger wird und durch einen Hahn c verschlossen werden kann. Der Schlitz erweitert sich dann wieder bei k und ist hier durch die Glasplatte p, welche durch einen Metallrahmen r und Schrauben f festgehalten wird, geschlossen. Der Wasserstandszeiger wird auf einem Nietflansch g an dem Kessel befestigt. Seitlich befinden sich an ihm zwei Probierhähne (siehe weiter unten). Das NW auf der Platte in Fig. 314 zeigt den niedrigsten Wasserstand an, der überhaupt zulässig ist. Das Glas kann von Schmutz u. s. w. gereinigt werden, wenn man den Hahn c schliesst, a öffnet, und mit einer kleinen Bürste durch die Hahnbohrung a das Glas abbürstet.

Fig. 313.



Längsschnitt.

Fig. 314 und 315.



Ansicht und Horizontalschnitt.

Wasserstandszeiger System Ochwadt.

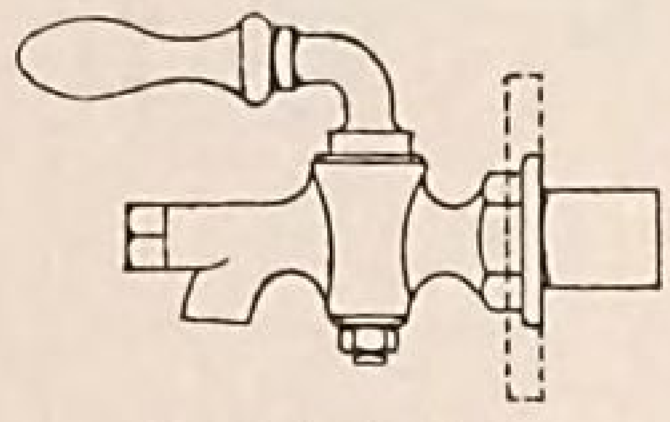
Dieser Wasserstandszeiger lässt den Wasserstand sehr gut erkennen und hat vielfach Verwendung gefunden. Während er sich einzelnen Besitzern vorzüglich bewährt hat, klagen andere darüber, dass sie sehr viele Glasplatten gebrauchen, weil diese von dem Kesselwasser zerfressen werden. Wenn ein solches Glas zerspringt, was selten vorkommen soll, tritt durch die ganze Öffnung s Wasser und Dampf aus, also in viel erheblicherem Maasse als bei den gewöhnlichen Wasserstandsgläsern. Dies lässt sich dann nur durch Schliessen des Hahnes c beseitigen.

Aus dem Mitgeteilten geht hervor, dass zwar danach gestrebt wurde, ein gutes, allen Anforderungen entsprechendes Wasserstandsglas herzustellen, dass dies aber bisher noch nicht in vollem Maasse gelungen ist. Nach dem heutigen Stande der Technik erscheint es am empfehlenswertesten, einen Wasserstandsanzeiger mit Selbstverschluss-Vorrichtung in Verbindung mit einer Schwartzkopff'schen Schutzhülse zu wählen.

Nach den oben angeführten polizeilichen Vorschriften muss jeder Dampfkessel ausser mit einem Wasserstandsglase noch mit einer zweiten geeigneten Vorrichtung zur Erkennung des Wasserstandes versehen sein, die der Kesselfabrikant oder der Kesselbesitzer wählen kann. Diese Vorrichtung besteht entweder aus Probierhähnen bezw. Probierventilen oder aus einem Schwimmer.

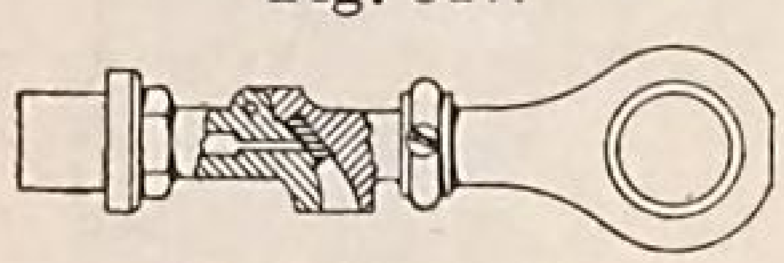
Mit Bezug auf die Probierhähne ist im § 6 der allgemeinen polizeilichen Vorschriften angeordnet, dass der unterste in der Ebene des festgesetzten niedrigsten Wasserstandes angebracht werden soll. Es müssen

Fig. 316.



Probierhahn.

Fig. 317.



Probierventil.

Fig. 318.

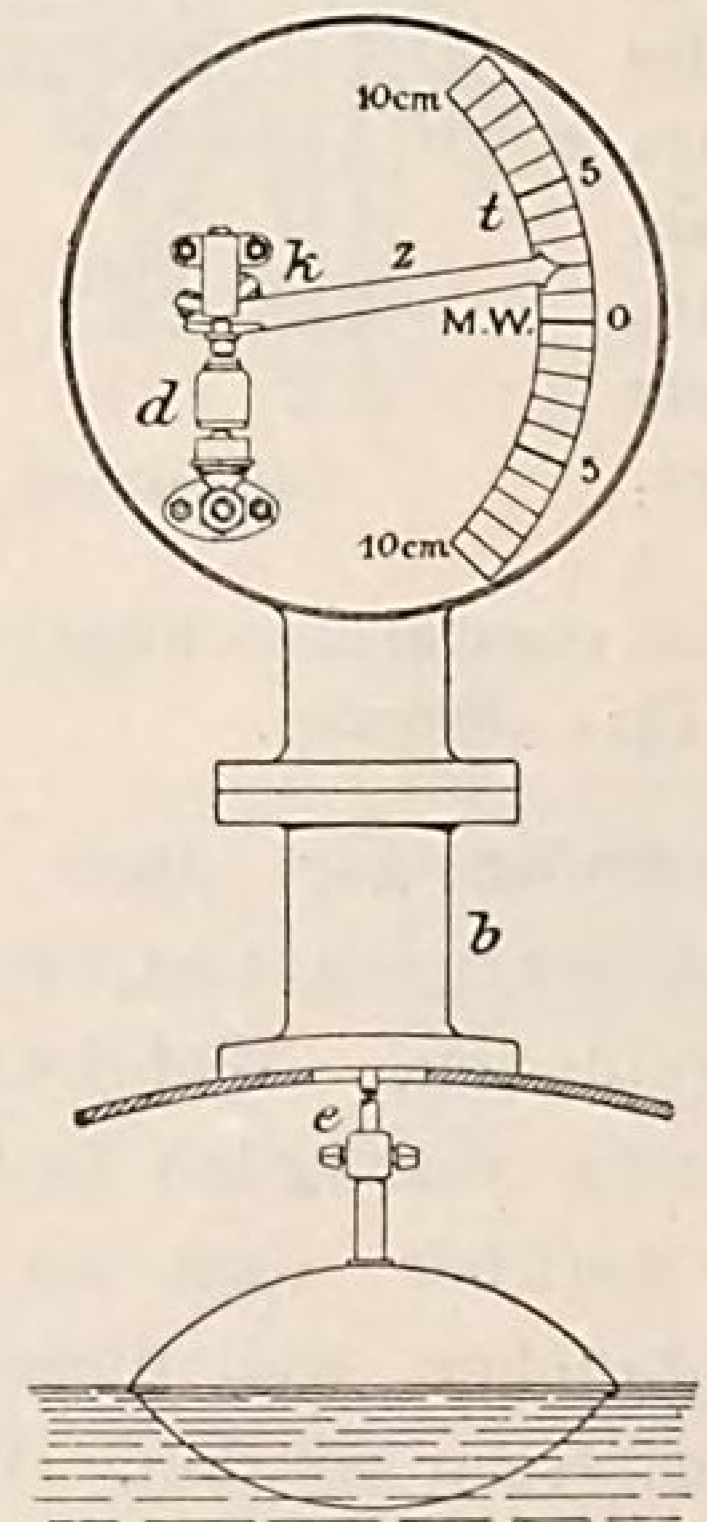
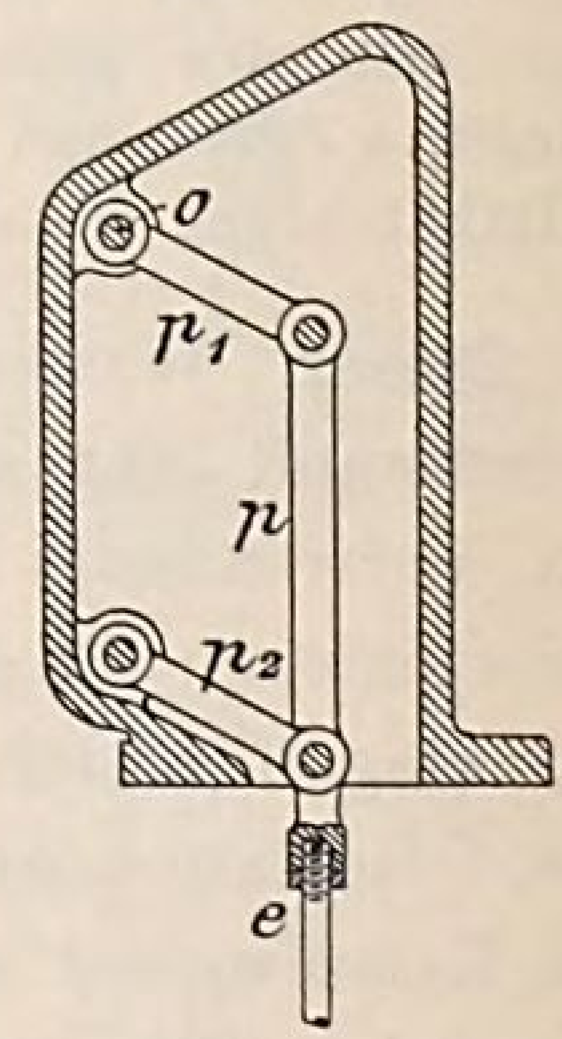


Fig. 319.



Schwimmer von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover.

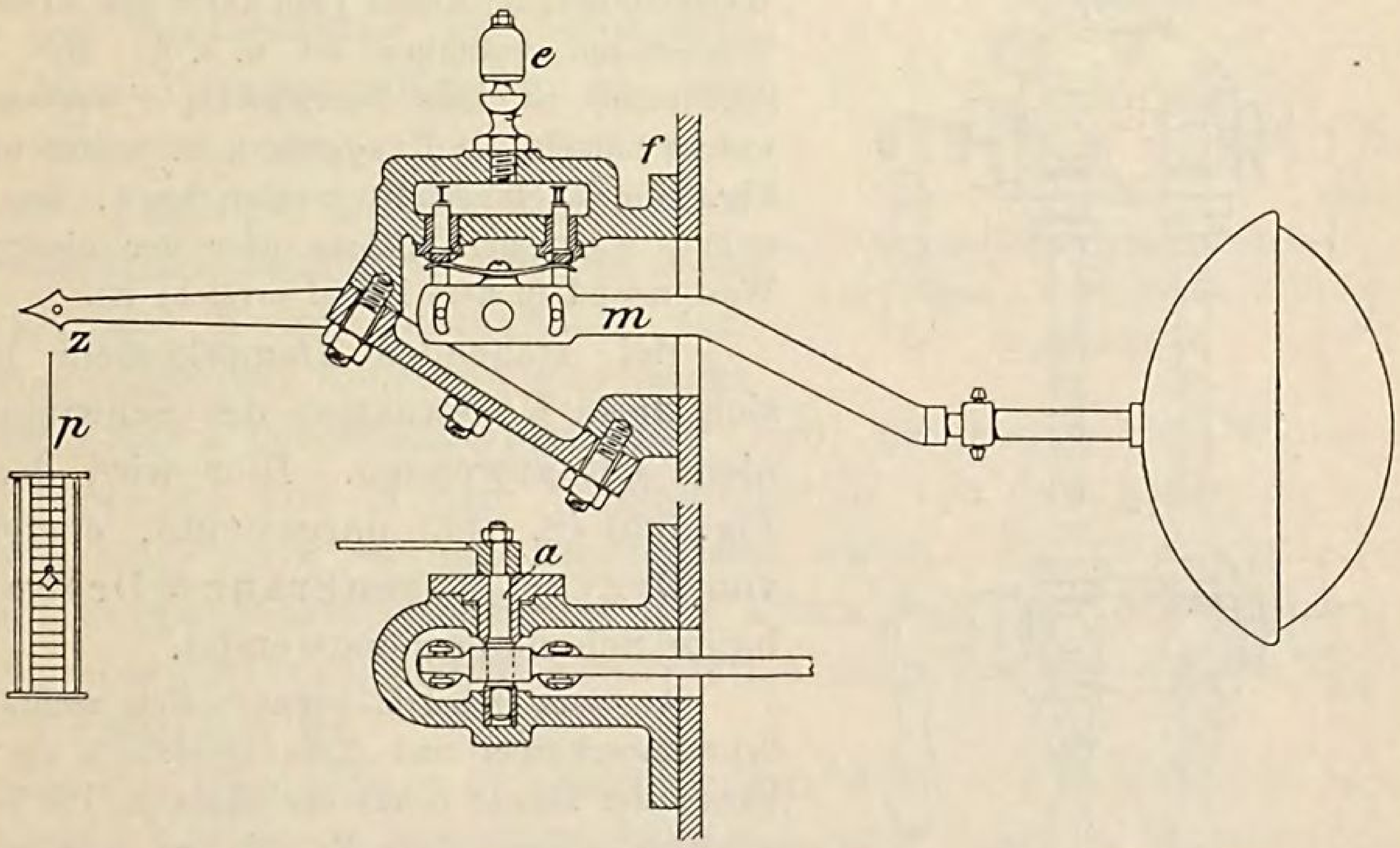
daher zwei Hähne vorhanden sein, ein unterer und ein oberer, womit allerdings nicht ausgeschlossen ist, dass auch drei verwendet werden können. Wo der obere Probierhahn angebracht werden soll, ist nicht vorgeschrieben, gewöhnlich bringt man ihn da an, wo der höchste Wasserstand im Kessel sich befinden soll, also etwa 100—120 mm über dem niedrigsten. Hinsichtlich der Konstruktion der Probierhähne ist vorgeschrieben, dass sie behufs Entfernung von Kesselstein in gerader Richtung durchstossen werden können.

Wenn auch keine Vorschriften über die Anbringung und Konstruktion von Probierventilen gegeben sind, so ist es doch selbstverständlich, dass für sie dasselbe wie für die Probierhähne gilt.

In Fig. 316 ist ein gewöhnlicher Probierhahn dargestellt. Nach Herausnahme der genau vor der Bohrung befindlichen kleinen Schraube kann man mit einem Draht durch die Bohrung hindurchstossen. Die Wasser- oder Dampfaustrittsöffnung liegt in dem abwärts gebogenen Teil, damit beim Austritt von Wasser und Dampf der Wärter nicht gefährdet wird. Die Hähne selbst werden in der verschiedensten Weise ausgeführt, namentlich um das Tropfen nach dem Gebrauch zu vermeiden.

In Fig. 317 ist ein Probierventil dargestellt. Nach Anheben des Hebels tritt aus der nach abwärts gebogenen Öffnung Wasser oder Dampf aus. Vor der Bohrung befindet sich eine Dichtung aus Gummi oder Blei, die von Zeit zu Zeit erneuert werden muss.

Fig. 320.

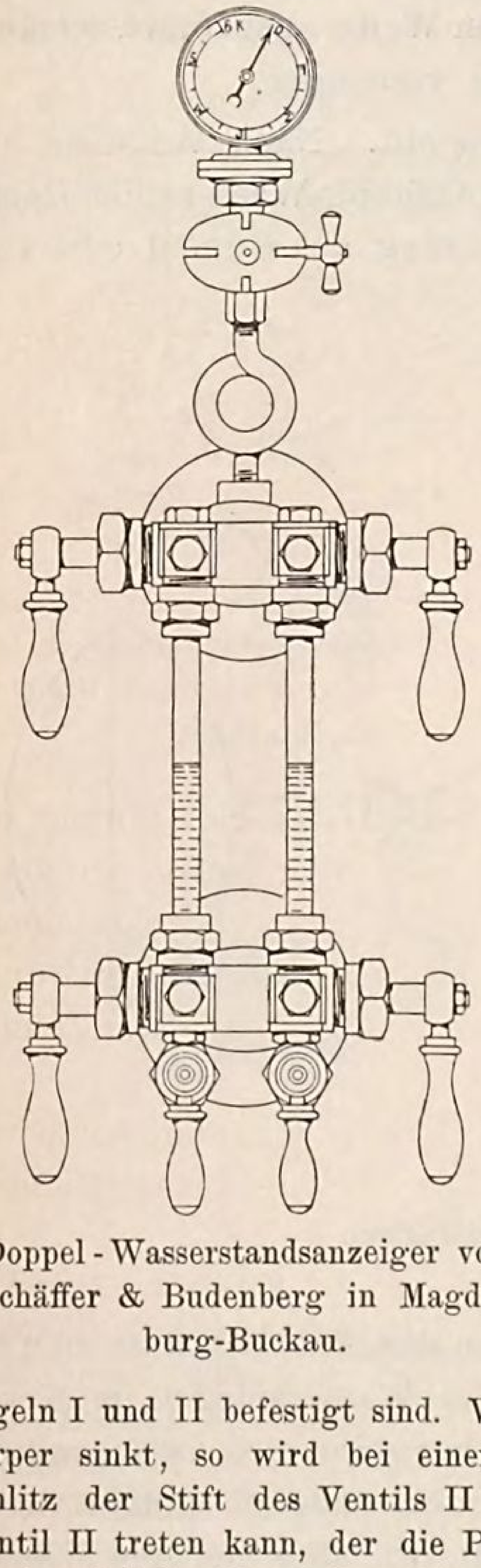


Schwimmer für stehende Dampfkessel.

Die Probierhähne und Probierventile haben den Nachteil, dass man bei ihrer Verwendung nur erkennen kann, ob der Wasserspiegel im Kessel eine bestimmte Grenze bereits unterschritten hat oder sich zwischen zwei festliegenden Grenzen befindet, es ist aber nicht möglich genau zu ersehen, an welcher Stelle der Wasserstand liegt, wie dies bei den Wasserstandsgläsern der Fall ist. Diesen Übelstand haben die Schwimmer im allgemeinen nicht, da sie sich so einrichten lassen, dass man die Höhe des Wasserstandes wenn auch nicht direkt, so doch durch Vermittelung eines Zeigerwerkes ablesen kann. Fig. 318 und 319 (S. 516) zeigen einen solchen von der Firma Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover konstruierten Schwimmer.

In dem Kesselwasser befindet sich ein hohler von zwei Kugelabschnitten gebildeter Schwimmerkörper, welcher durch eine Stange e mit zwei Hebeln p_1 und p_2, die mit p eine Parallelführung des Schwimmerkörpers bewirken, verbunden ist. Auf der Welle o befindet sich ein Zeiger z (Fig. 318, S. 516), welcher auf einer Skala t den Wasserstand anzeigt. Die Wirkungsweise ist sehr einfach. Sinkt der Wasserspiegel im Kessel, so senkt sich auch der Schwimmerkörper und dreht die Welle o nach rechts herum, wodurch der mit dieser Welle fest verbundene Zeiger gezwungen wird, sich abwärts zu bewegen. Steigt der Wasserspiegel, so hebt sich der Zeiger. Der mittlere Wasserstand ist mit MW[1]) und O auf der Skala bezeichnet, nach oben und unten befindet sich eine Einteilung, welche so gewählt ist, dass ein Teilstrich unter O anzeigt, dass der Wasserspiegel im Kessel 1 cm unter den mittleren Wasserstand gesunken ist u. s. f. Mit dem Schwimmer ist eine Dampfpfeife d verbunden, welche mittels des Knaggens k (s. weiter unten Fig. 326) so eingestellt werden kann, dass sie ertönt, wenn der höchste oder der niedrigste Wasserstand in dem Kessel erreicht ist.

Fig. 321.



Doppel-Wasserstandsanzeiger von Schäffer & Budenberg in Magdeburg-Buckau.

Bei stehenden Dampfkesseln lässt sich diese Konstruktion des Schwimmers nicht gut anwenden. Hier wird der in Fig. 320 (S. 517) dargestellte, ebenfalls von Dreyer, Rosenkranz & Droop gebaute Schwimmer verwendet.

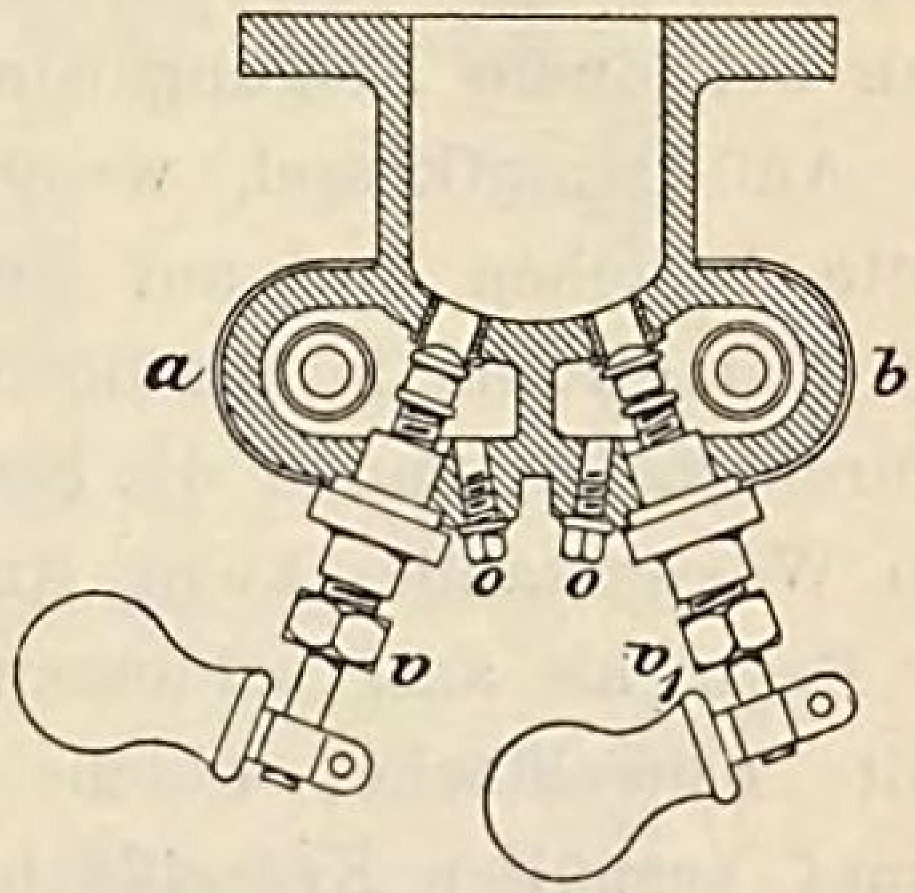
An dem Hebel m befindet sich rechts der Schwimmerkörper und links ausserhalb des Gehäuses der Zeiger z mit der Skala p. Die Welle o ist bei a durch einen Metallkonus so gedichtet, dass Schwimmer und Zeiger sich leicht bewegen können. In der Nähe der Welle o ist der Hebel m mit ein paar Schlitzen versehen, in denen sich Stifte befinden, die an den Ventilkegeln I und II befestigt sind. Wenn der Wasserspiegel und mit ihm der Schwimmerkörper sinkt, so wird bei einem bestimmten (niedrigsten) Wasserstande durch den Schlitz der Stift des Ventils II herabgedrückt, so dass nunmehr Dampf durch das Ventil II treten kann, der die Pfeife e zum Ertönen bringt. Bei zu hohem Wasserstande wird das Ventil I geöffnet.

[1]) Die Marke für den niedrigsten Wasserstand ist in der Figur nicht angegeben, da sie nach der zulässigen Schwankung des Wasserstandes für jeden einzelnen Kessel besonders bestimmt wird. Gewöhnlich wird sie 5 cm unter MW angebracht, sie muss stets so festgelegt werden, dass die höchste Stelle der Feuerzüge sich 10 cm unter dem festgesetzten niedrigsten Wasserstande befindet, mit Ausnahme des im § 2 der allgemeinen polizeilichen Bestimmungen erwähnten Falles (vergl. S. 520).

Es giebt noch eine grosse Anzahl anderer Schwimmerkonstruktionen, bei denen auch Elektrizität und Magnetismus zur Anwendung gebracht wurden, doch führt es zu weit, hier darauf einzugehen

Die Schwimmer müssen an der Stelle des Dampfkessels angebracht werden, an welcher das kochende Wasser am wenigsten wallt. Sie werden bei beweglichen Dampfkesseln, bei denen der ganze Kessel Erschütterungen ausgesetzt ist, gar nicht, und bei feststehenden selten angewandt, da sie sich nicht immer so anbringen lassen, dass der Wärter von seinem Standpunkt aus den Wasserstand leicht beobachten kann. Dagegen wendet man bei feststehenden Kesseln, um die Nachteile der Probierhähne zu vermeiden, gern zwei Wasserstandsgläser an, die man dann zu einem Wasserstandsapparat vereinigt. § 5 der allgemeinen polizeilichen Bestimmungen schreibt hierfür vor, dass die gemeinschaftliche Verbindung durch ein Rohr von mindestens 60 qcm lichtem Querschnitt hergestellt wird, das heisst, die Öffnung in der Kesselwand und in dem Verbindungsrohr von dem Kessel zu dem Vorkopf muss etwa 90 mm Durchmesser haben. Fig. 321 zeigt einen solchen Doppel-Wasserstandszeiger der Firma Schäffer & Budenberg in Magdeburg-Buckau, dessen Konstruktion ohne weiteres aus der Zeichnung verständlich ist.

Fig. 322.



Doppel-Wasserstandsanzeiger von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover.

Von der Firma Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover wird der in Fig. 322 im Horizontalschnitt dargestellte doppelte Wasserstandskopf ausgeführt.

Jedes Wasserstandsglas mündet hier oben und unten in eine Vorkammer a und b der Wasserstandskörper; die Vorkammer ist mit der Hauptkammer durch eine Öffnung verbunden, welche durch die Ventile v und v_1 abgeschlossen werden kann. Damit diese Verbindung gereinigt werden kann, sind die Schräubchen o angebracht. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass die Schlammteilchen sich in der Hauptkammer ablagern und nicht in die Vorkammer dringen und dadurch von den Wasserstandsgläsern ferngehalten werden. Ferner ist die Verbindung zwischen Vor- und Hauptkammer möglichst kurz gehalten, so dass kaum ein Zusetzen zu befürchten ist. Der Wasserstand im Glase ist ein sehr ruhiger, das Wasser selbst möglichst vor Schmutz geschützt und der gefährliche scheinbare Wasserstand vermieden.

Es ist eigentlich selbstverständlich, dass der festgesetzte niedrigste Wasserstand durch eine Marke äusserlich sichtbar gemacht werden muss. An jedem Kessel muss eine solche Marke, meistens ein Stift an dem Wasserstandsglase vorhanden sein, ausserdem muss sich noch eine Marke

an der Kesselwandung oder dem Mauerwerk, sei es in Gestalt eines kleinen Schildes mit einem Strich, sei es eines roten Striches, welcher quer über die Stirnwand geht, befinden.

Im § 2 der allgemeinen polizeilichen Bestimmungen ist vorgeschrieben, dass für Kessel auf Fluss- und Landseeschiffen der niedrigste festgesetzte Wasserstsnd noch 10 cm über der höchsten vom Feuer berührten Stelle liegen muss, wenn das Schiff sich gegen die Horizontale um vier Grad geneigt hat. Bei den Kesseln auf Seeschiffen muss dieser Minimalabstand noch bei einem Neigungswinkel von acht Grad gewahrt sein.

Auf Dampfkessel, welche aus SICederöhren[1]) von weniger als 10 cm Weite bestehen und auf Feuerzüge, in welchen ein Erglühen der mit dem Dampfraum in Berührung stehenden Teile der Wandungen nicht zu befürchten ist, finden die Bestimmungen über die Festsetzung des niedrigsten Wasserstandes keine Anwendung. Die Gefahr des Erglühens ist in der Regel als ausgeschlossen zu betrachten, wenn die vom Wasser bespülte Kesselfläche, welche von dem Feuer vor Erreichung der vom Dampf bespülten Kesselfläche bestrichen wird, bei natürlichem Luftzug mindestens 20 Mal, bei künstlichem Luftzug mindestens 40 Mal so gross ist als die Fläche des Feuerrostes.

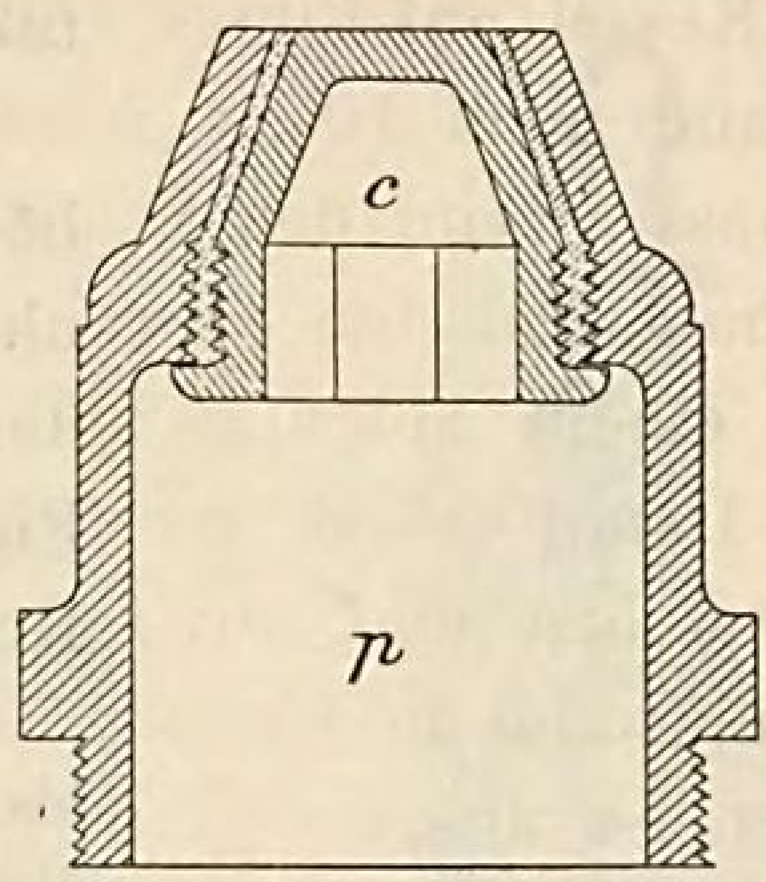
Speiserufer. Da es nicht ausgeschlossen ist, dass trotz des Vorhandenseins von Wasserstandsgläsern, Probierhähnen u. s. w. durch grobe Unachtsamkeit des Wärters (wie Einschlafen, Verlassen des Kessels u. s. w.) das Wasser unter den festgesetzten niedrigsten Stand heruntersinkt, so ist man bestrebt gewesen, für diesen Fall Vorrichtungen zu erfinden, welche die Explosionsgefahr beseitigen oder den Wärter herbeirufen. Hierher gehört zunächst der schmelzbare Pfropfen (Fig. 323 bis 325, S. 521), welcher von Schäffer & Budenberg in Buckau und Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover in fast gleicher Konstruktion ausgeführt wird.

Der hohle zylindrische Mantel p des Pfropfens (Fig. 323) ist unten mit einem Gewinde versehen, welches an geeigneter Stelle in das Kesselblech geschraubt wird. Der obere Teil des Pfropfens ist etwas konisch und mit einer Öffnung versehen, in welcher zwischen einer Metalllegierung (Schmelzring) der kleine Konus c eingesetzt ist. In Fig. 324 und 325 ist die Befestigung eines solchen Pfropfens auf dem Feuerrohr eines Flammrohrkessels dargestellt. Die Anbringung geschieht oberhalb der Rostfläche im Scheitel des Flammrohres. Solange der Pfropfen von Wasser umgeben ist, giebt er die ihm durch die Feuerung zugeführte Wärme genau so wie das Kesselblech an das Kesselwasser ab. Die Temperatur des Wassers in dem Kessel richtet sich nach dem vorhandenen Dampfdruck, und zwar beträgt sie bei einem Überdruck von 3 Atmosphären

[1]) Sicderöhr ensind Röhren, in denen das Wasser siedet, die also innen mit Wasser gefüllt sind, während Heizröhren solche Röhren sind, durch welche die Heizgase streichen, die also aussen von Wasser umgeben sind.

etwa 143° C, bei 4 etwa 151, bei 5 etwa 158 und bei 10 etwa 183°. Die Temperatur der Metalllegierung (des Schmelzringes) wird, solange der Pfropfen von Wasser umgeben ist, nicht wesentlich höher steigen als die entsprechende Temperatur des Wassers. Ist der Wasserspiegel in dem Kessel aber so tief gesunken, dass er nur noch etwa 25 bis 30 mm über dem Scheitel des Flammrohres liegt, so wird der obere Teil des Pfropfens nicht mehr vom Wasser bedeckt. Der Pfropfen kann daher auch an dieser Stelle die ihm durch die Feuergase zugeführte Wärme an das Wasser nicht abgeben. Da der Dampf die Wärme nur sehr schwer aufnimmt, wird der Pfropfen sich erheblich erwärmen und die Metalllegierung schmelzen. Der im Kessel vorhandene Dampfdruck schleudert dann den Konus c auf den Rost, der Dampf tritt durch die Öffnung lebhaft über der Rostfläche aus und erstickt das Feuer. Damit die Feuergase nicht an den Schmelzring kommen und diesen vorzeitig zum Schmelzen bringen, ist der Konus c unten mit einem Ansatz versehen, welcher die Legierung schützt. Wenn die Legierung geschmolzen ist, kann aus dem Kessel nur Dampf austreten, weshalb nach dem Einsetzen eines neuen Schmelzringes nur ein geringes Nachspeisen erforderlich ist, bevor der Kessel wieder in Betrieb genommen werden kann.

Fig. 323.



Schmelzbarer Pfropfen.

Fig. 324.

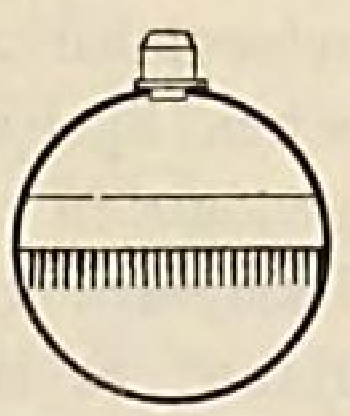
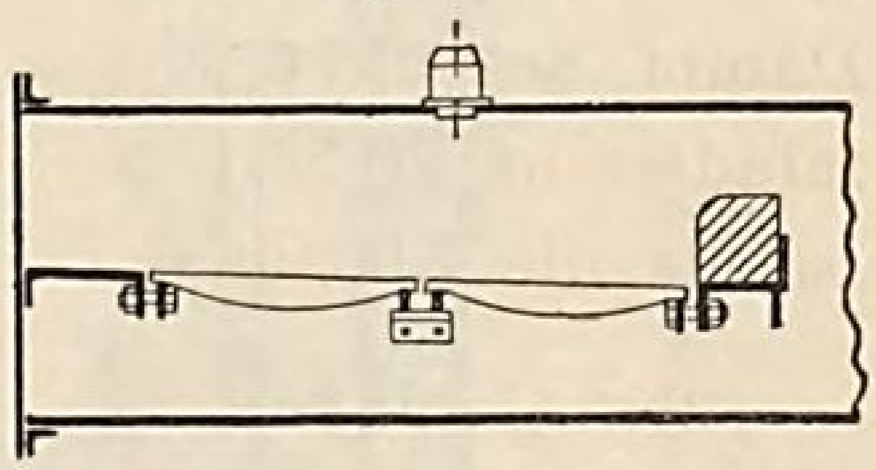


Fig. 325.



Befestigung des schmelzbaren Pfropfens auf dem Flammrohr eines Dampfkessels.

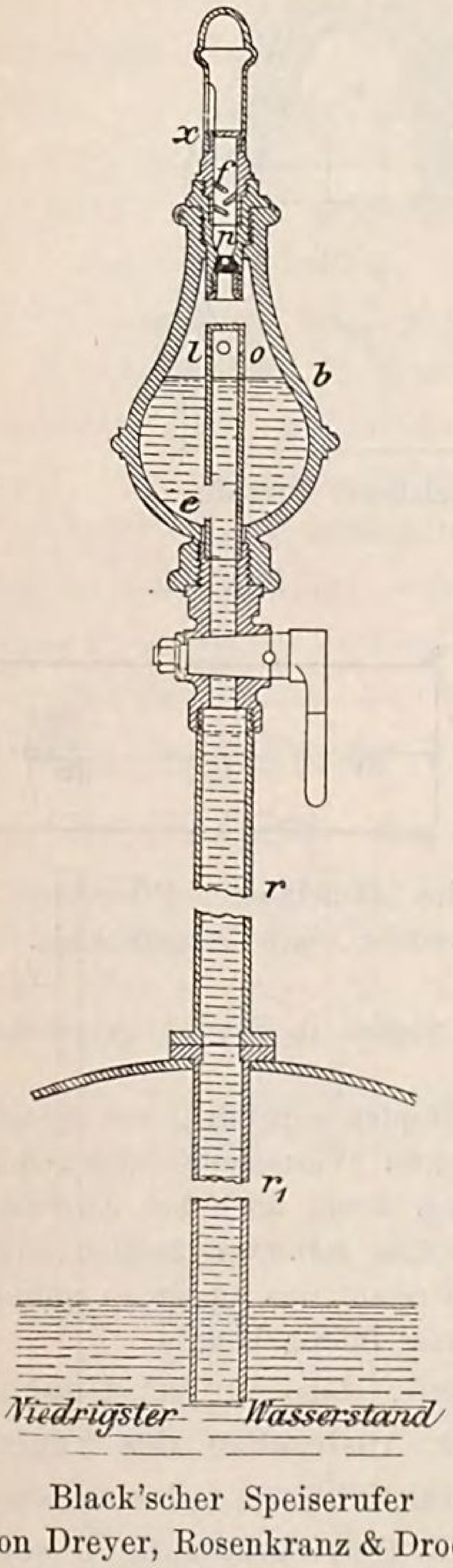
Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass der Pfropfen sorgfältig von Kesselstein rein zu halten ist, weil der Kesselstein als schlechter Wärmeleiter eine solche Erwärmung des Schmelzringes herbeiführen könnte, dass dieser auch bei normalem Wasserstande zum Schmelzen gebracht würde. Dann würde selbstverständlich nicht nur Dampf, sondern auch Wasser über der Rostfläche austreten, was ausser zu unliebsamen Betriebsstörungen auch zu Verbrühungen der Wärter führen könnte.

Dieser schmelzbare Pfropfen hat den Vorteil, dass er bei Unachtsamkeit des Wärters die Explosionsgefahr durch Auslöschen des Feuers beseitigt, dagegen den Nachteil, dass bei seinem Funktionieren jedesmal eine mehrstündige Betriebsstörung entsteht. Da solche Betriebsstörungen sehr lästig sind, hat man Vorrichtungen ersonnen, welche den Wärter benachrichtigen, wenn etwas Ungehöriges an dem Kessel vor sich geht. Dies geschieht gewöhnlich durch Ertönen einer Pfeife oder Glocke. Das Signal soll den Wärter nur auf die Gefahr aufmerksam machen, kann diese selbst aber natürlich nicht beseitigen.

Bei Erwähnung des Schwimmers von Dreyer, Rosenkranz & Droop (Fig. 318 bis 320, S. 516 u. 517) wurde schon darauf hingewiesen, dass der-

selbe mit einer Dampfpfeife versehen sei, welche jedesmal zum Ertönen gebracht wird, wenn der Wasserstand über das höchste zulässige oder das festgesetzte niedrigste Maass hinausgeht, im ersteren Falle ruft die Pfeife den Wärter zum Abstellen der Speisevorrichtung im anderen, um sie anzustellen.

Fig. 326.



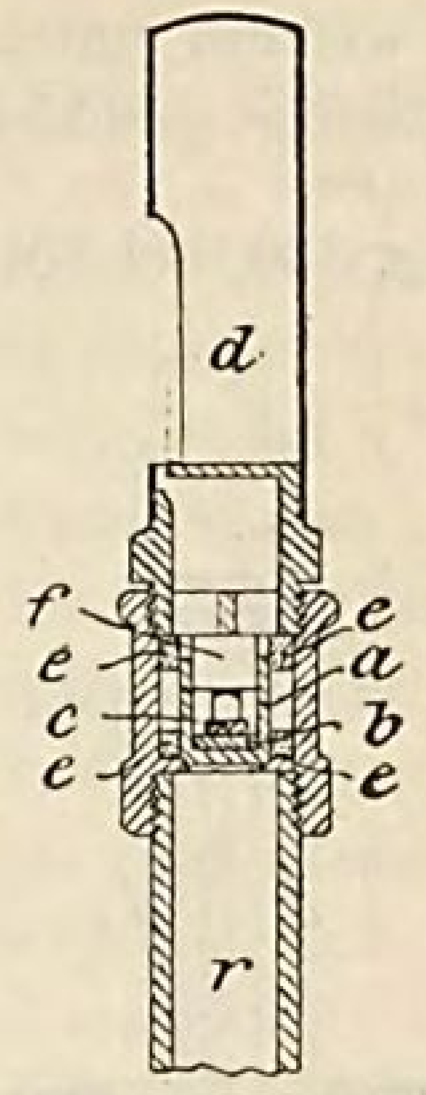
Black'scher Speiserufer von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover.

Andere Vorrichtungen zeigen nicht den höchsten und niedrigsten, sondern nur den niedrigsten Wasserstand an. Hierher gehört der bekannte **Black'sche** Speiserufer. In Fig. 326 ist die Ausführung von **Dreyer, Rosenkranz & Droop** wiedergegeben.

Das Rohr r_1 reicht mit seiner unteren Öffnung bis zum festgesetzten niedrigsten Wasserstand hinab, über demselben befindet sich das Rohr r, welches am oberen Ende einen Hahn und einen Windkessel b mit einer darauf angebrachten Pfeife x trägt. Am unteren Ende der Pfeife befindet sich ein bei etwa 100° C schmelzbarer Pfropfen p. Wenn ein mit einem Black'schen Speiserufer versehener Dampfkessel in Betrieb genommen werden soll, so öffnet man, sobald etwas Dampfdruck vorhanden ist, den bereits erwähnten Hahn, es tritt dann Wasser durch die Öffnungen e des oben geschlossenen Rohres l in den Windkessel b und drückt die darin befindliche Luft, da sie nirgends entweichen kann, so lange zusammen, bis der Gleichgewichtszustand hergestellt ist. Da die atmosphärische Luft ein schlechter Wärmeleiter ist und in dem Windkessel eine fortwährende Abkühlung des Wassers und der Luft stattfindet, so wird der Pfropfen für gewöhnlich nicht bis auf 100° C erwärmt. Wenn hingegen der Wasserstand im Kessel unter das niedrigste zulässige Maass hinabsinkt, sodass die Öffnung des Rohres r_1 unten frei wird, dann fliesst das Wasser aus den Rohren r, r_1 und l ab, und es tritt an dessen Stelle der Dampf in die Rohre und durch die Öffnungen o in unmittelbarer Nähe des Schmelzpfropfens in den Windkessel ein. Der Dampf erwärmt den Pfropfen p und drückt das Wasser allmählich durch die Öffnungen e zum Windkessel hinaus. Die Erwärmung des Pfropfens ist schnell so weit getrieben, dass derselbe schmilzt, es tritt dann Dampf in die Pfeife x und bringt sie zum Ertönen. Damit nicht etwa Metallteilchen des geschmolzenen Pfropfens ein Versagen der Pfeife herbeiführen, sind in dem Pfeifenrohr schräg liegende Stäbe f angebracht, welche durch den Dampf mitgerissene Metallteile von der Pfeife abhalten. Diese ertönt so lange, bis der Wärter durch Drehen des Hahns dem Dampf den Eintritt in die Pfeife wehrt. Sobald der Wasserstand durch Speisung des Kessels dann die normale Höhe wieder erreicht hat, wird die Pfeife abgenommen und ein neuer Schmelzring

eingesetzt; hierauf wird der Hahn allmählich geöffnet, und der Apparat ist wieder betriebsfähig. Es findet also keine Unterbrechung des Betriebes, aber auch keine unmittelbare Beseitigung der Gefahr durch den Apparat selbst statt.

Fig. 327.



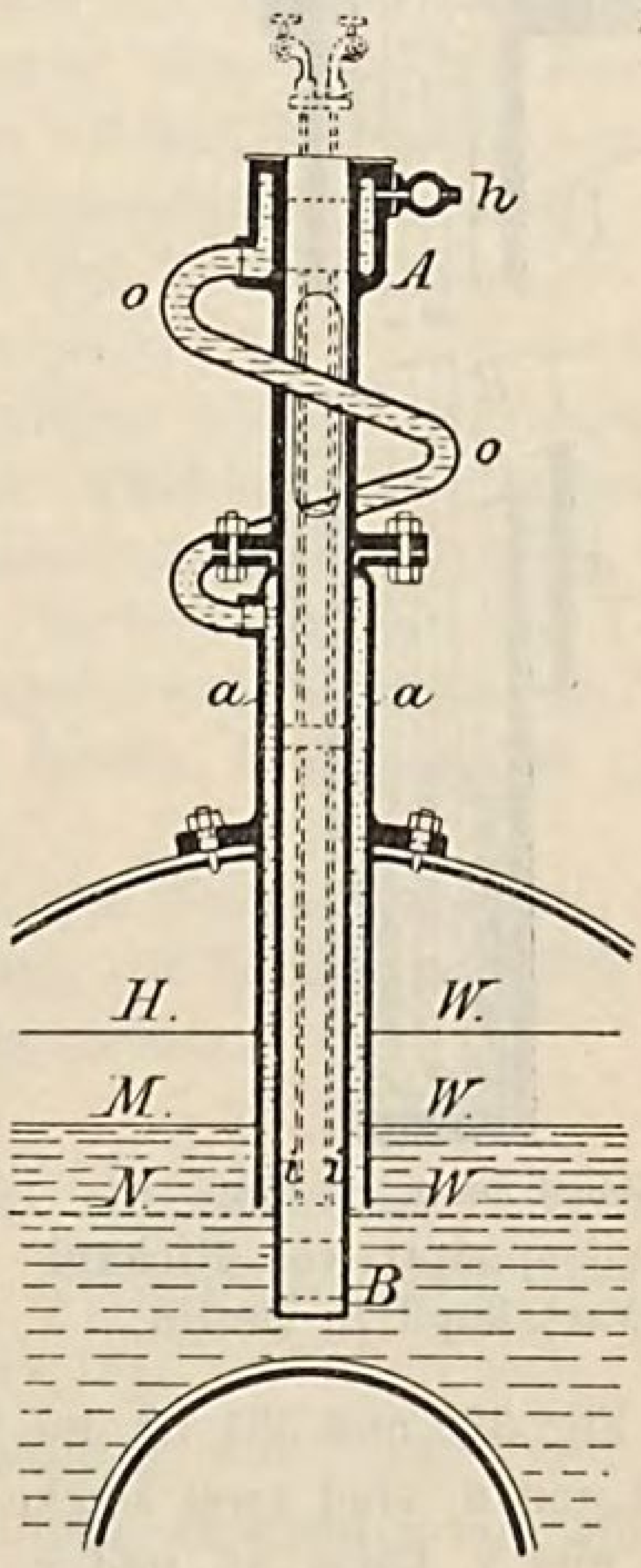
Krupp'scher Speiserufer von C. W. Julius Blancke & Co. in Merseburg.

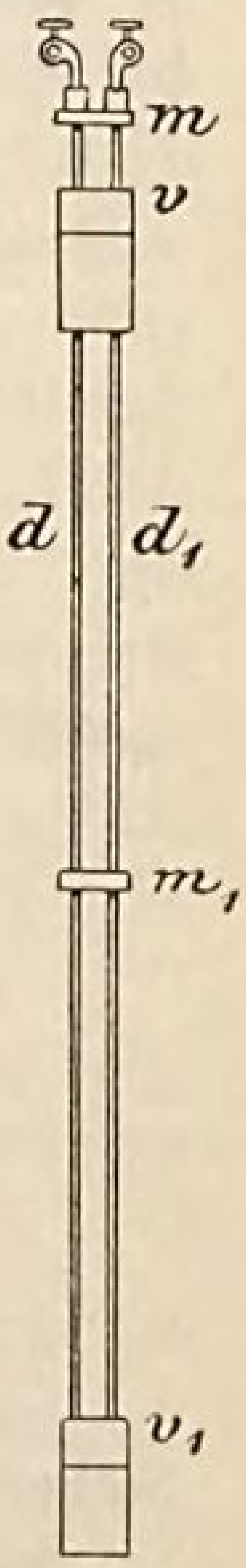
Ähnliche Ausführungen des Black'schen Speiserufers liefern Schäffer & Budenberg in Buckau, C. W. Julius Blancke & Co. in Merseburg, und C. Louis Struve in Buckau. Selbstverständlich dürfen diese Apparate nur an einer Stelle des Kessels angebracht werden, wo die Wallungen des Wassers gering sind.

In Fig. 327 ist der von Blancke gebaute Krupp'sche Speiserufer dargestellt; er unterscheidet sich von dem vorher erwähnten dadurch, dass die Schmelzmasse immer wieder verwendet werden kann.

Das für gewöhnlich mit Wasser gefüllte Rohr r wird oben durch ein u-förmiges Näpfchen a verschlossen gehalten, in welchem sich unten die Metalllegierung b und darüber ein Stückchen Eisen c befindet, auf welchem der durch die Pfeife d herabgedrückte Stempel f ruht. Tritt nun Dampf an die Stelle des Wassers, so schmilzt die Masse b, der Dampf drückt das durch e geführte Näpfchen in die Höhe und kann in die Pfeife d treten, welche er zum Ertönen bringt. Wenn der Wärter nach der Speisung des Kessels den Hahn zur Pfeife abgestellt hat, kann er die Pfeife abnehmen. Er bringt die Masse in in dem Näpfchen dann nochmals zum Schmelzen und lässt sie wieder erstarren. Jetzt wird die Pfeife wieder aufgeschraubt, der Hahn ganz langsam geöffnet, und der Apparat ist wieder betriebsfähig.

Fig. 328. Fig. 329.





Schnitt. Ansicht d. Kette.

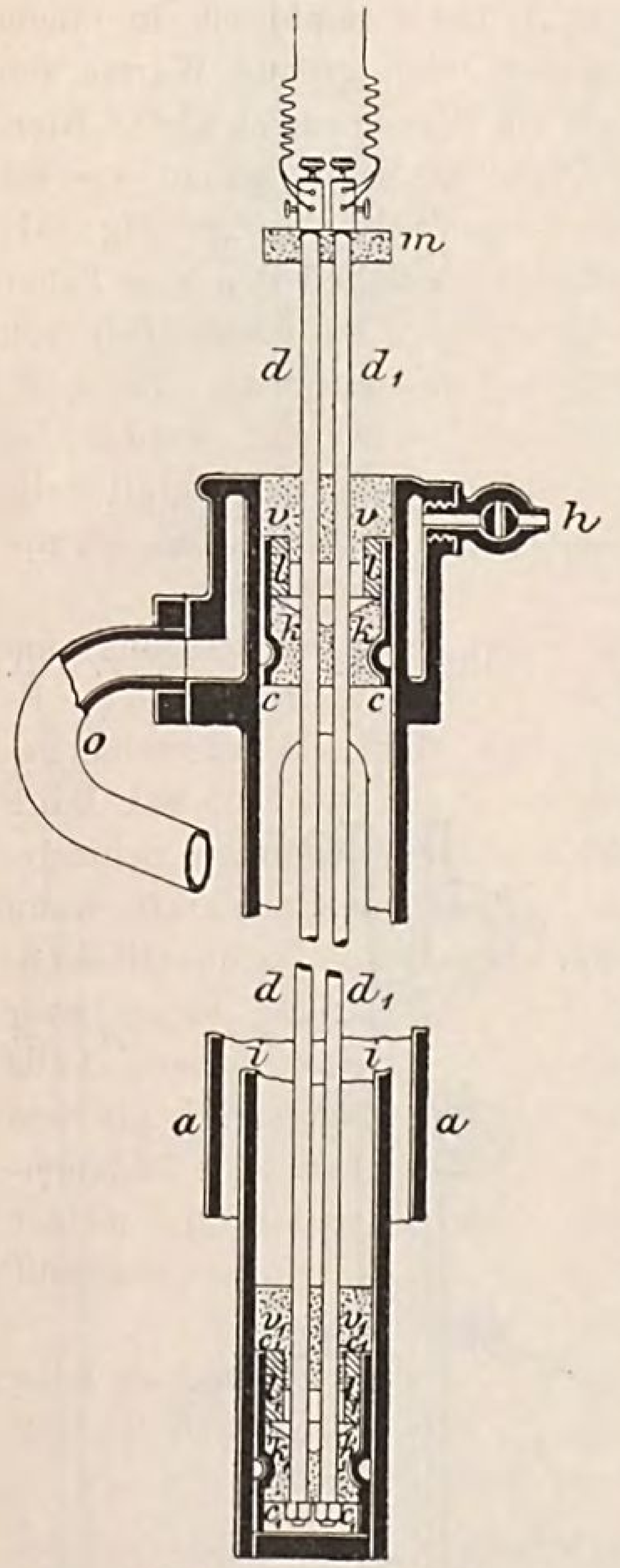
Sicherheitsapparat von Richard Schwartzkopff in Berlin.

Es giebt noch eine grosse Anzahl ähnlicher Apparate, auf die hier nicht weiter eingegangen zu werden braucht. Erwähnt mag nur werden, dass man Apparate ausgeführt hat, die nicht nur hörbare, sondern zugleich sichtbare Signale geben. Ein Apparat, der eine weitgehende Verbreitung gefunden hat, darf hier indessen nicht unerwähnt bleiben, es ist dies der Sicherheitsapparat von Richard Schwartzkopff in Berlin. Seine Wirkung beruht ebenfalls

darauf, dass ein Metallpfropfen bei einer bestimmten Temperatur zum Schmelzen gebracht wird.

Fig. 328 (S. 523) stellt einen solchen Apparat im Durchschnitt dar; ii bezeichnet ein Rohr, welches unten geschlossen ist und oben einen Kopf A hat, welcher einen hohlen, allseitig geschlossenen Raum enthält, der das Rohr ii konzentrisch umgiebt. Durch eine oben am Kopf befindliche Öffnung wird die sogenannte Kette (Fig. 329, S. 523) in das Rohr eingeführt. Um den unteren Teil des Rohres i befindet sich in einigem Abstande ein äusseres Rohr a, welches in den Kessel bis zum festgesetzten niedrigsten Wasserstand hinabreicht und hier nicht verschlossen ist. Das Rohr a ist einerseits durch einen Flansch dicht mit dem Kessel, andererseits oberhalb dieser Stelle mit dem Rohre i verbunden. Der Hohlraum des äusseren Rohres a steht mit dem des Kopfes A durch ein kupfernes Schlangenrohr in Verbindung. Ausserdem befindet sich an dem Kopfe A noch ein kleiner Lufthahn h.

Fig. 330 und 331.



Schnitt durch die Kette.

Sicherheitsapparat von Richard Schwartzkopff in Berlin.

Ist nun ein mit solchem Sicherheitsapparat versehener Kessel z. B. nach einer inneren Untersuchung mit Wasser bis eben über den niedrigsten Wasserstand gefüllt, so steht in dem Hohlraum zwischen den Rohren a und i das Wasser genau so hoch wie im Kessel. Wird jetzt mit dem Heizen begonnen und bildet sich allmählich Dampf, so wird bei dem geringsten Überdruck das Wasser bei geöffnetem Hahn h in den Hohlraum zwischen den Rohren a und i und durch das Schlangenrohr in den Hohlraum des Kopfes A steigen. In dem Kessel ist die Temperatur des Wassers und des Dampfes beim Betriebe immer höher als 100° C, in dem Kopfe A aber hat das Wasser infolge der Abkühlung durch das Schlangenrohr stets eine niedrigere Temperatur als 100° C. Sinkt nun der Wasserspiegel in dem Kessel unter den festgesetzten niedrigsten Wasserstand, so tritt das Wasser unten aus dem Apparat, und dafür steigt Dampf in ihn hinein; hierdurch erhält der Kopf eine höhere Temperatur als 100° C, so dass der Metallring der Kette zum Schmelzen gebracht wird.

In Fig. 330 und 331 ist die Kette in vergrössertem Maassstabe im Schnitt dargestellt. d und d_1 sind zwei starke Kupferdrähte, welche durch aufgeschobene Schiefersteine m und v, bezw. m_1 und v_1 von einander isoliert werden. Die Drähte sind mit einer elektrischen Leitung verbunden. Unter dem Schieferstein v im Kopfe A befindet sich eine Büchse c aus Messingrohr, welche einen isolierenden Schieferstein k enthält, der oben mit einem trichterförmigen Ausschnitt versehen ist. In dieser Büchse c, unmittelbar über dem Schieferstein befindet sich der aus Metalllegierung hergestellte Schmelzring. Wenn nun, wie soeben erwähnt wurde, der Ring l schmilzt, so läuft

etwas von diesem Metall in den Trichter des Steines k und stellt zwischen den Drähten d und d_1 einen Kontakt her, wodurch im Kesselhause und an beliebiger anderer Stelle, z. B. im Kontor, im Werkmeisterzimmer u. s. w., ein Glockensignal ertönt. Das Signal ertönt so lange, bis der Wärter die Leitung abstellt. Da beim Funktionieren dieses Apparates weder Wasser noch Dampf austritt, so kann man während des Betriebes die Kette herausnehmen und den geschmolzenen Ring durch einen neuen ersetzen.

Es ist schon auf Seite 520 angegeben, dass einem bestimmten Dampfdruck immer eine ganz bestimmte Temperatur entspricht. Wenn z. B. der Dampfdruck in einem Kessel 4 Atmosphären betragen darf, so erhält das Wasser eine grösste Wärme von 151°, steigt aber der Druck auf 5 Atmosphären, so wird die Wasserwärme 158°. Hiervon ausgehend hat Schwartzkopff an dem unteren Ende der Kette genau wie bei dem eben besprochenen oberen Teil zwischen Schiefersteinen einen Schmelzring l (Fig. 331) angebracht, und zwar wird derselbe in dem unten geschlossenen Rohr i den vom Feuer berührten Teilen der Kesselwandung möglichst nahe gebracht. Da dieser Teil von dem Kesselwasser umgeben ist, so nimmt er auch dessen Temperatur an. Ist z. B. ein Schmelzring für einen Dampfdruck von 4 Atmosphären verwendet worden, so schmilzt er, wenn der Druck über 4 Atmosphären hinausgeht. Das flüssige Metall stellt dann zwischen den Drähten d und d_1 wieder einen Kontakt her und bringt dadurch die elektrischen Alarmglocken zum Ertönen.

In der Praxis verwendet man gewöhnlich Schmelzringe, deren Schmelzpunkt um eine Atmosphäre höher liegt als der für den Kessel zulässige höchste Dampfdruck. Es kommt vor, dass versehentlich ein Dampfkessel angeheizt wird, ohne dass derselbe gehörig mit Wasser gefüllt ist (Auslaufen des Kesselwassers während der Nacht u. s. w.). Dann kommt durch die strahlende Wärme der Kesselbleche (Feuerplatten) der untere Schmelzring ebenfalls zum Schmelzen, und zwar findet dieses nach Versuchen dann statt, wenn die Feuerplatten eine Wärme von 250 bis 300° C angenommen haben. Da das Glühendwerden der Platten erst bei etwa 525° beginnt, so erfolgt die Warnung lange bevor diese Temperatur erreicht ist und bevor die Bleche Schaden erlitten haben. Falls durch irgend welche Umstände die Temperatur des Kesselwassers höher steigt, als dem vorhandenen Dampfdruck entspricht (forcierter Betrieb, Siedeverzug, Salz oder Schlammgehalt des Kesselwassers), so gelangt der Ring ebenfalls zum Schmelzen und meldet die vorhandene Gefahr. Das Einsetzen eines neuen unteren Schmelzringes geschieht ebenfalls durch Herausnahme der Kette.

Der Schwartzkopff'sche Sicherheitsapparat meldet also Wassermangel und zu hohe Temperatur, er kann daher nach der Zusammenstellung auf S. 508 etwa 43,6 + 10,2 = 53,8 % aller Fälle von Explosionsgefahr rechtzeitig melden.

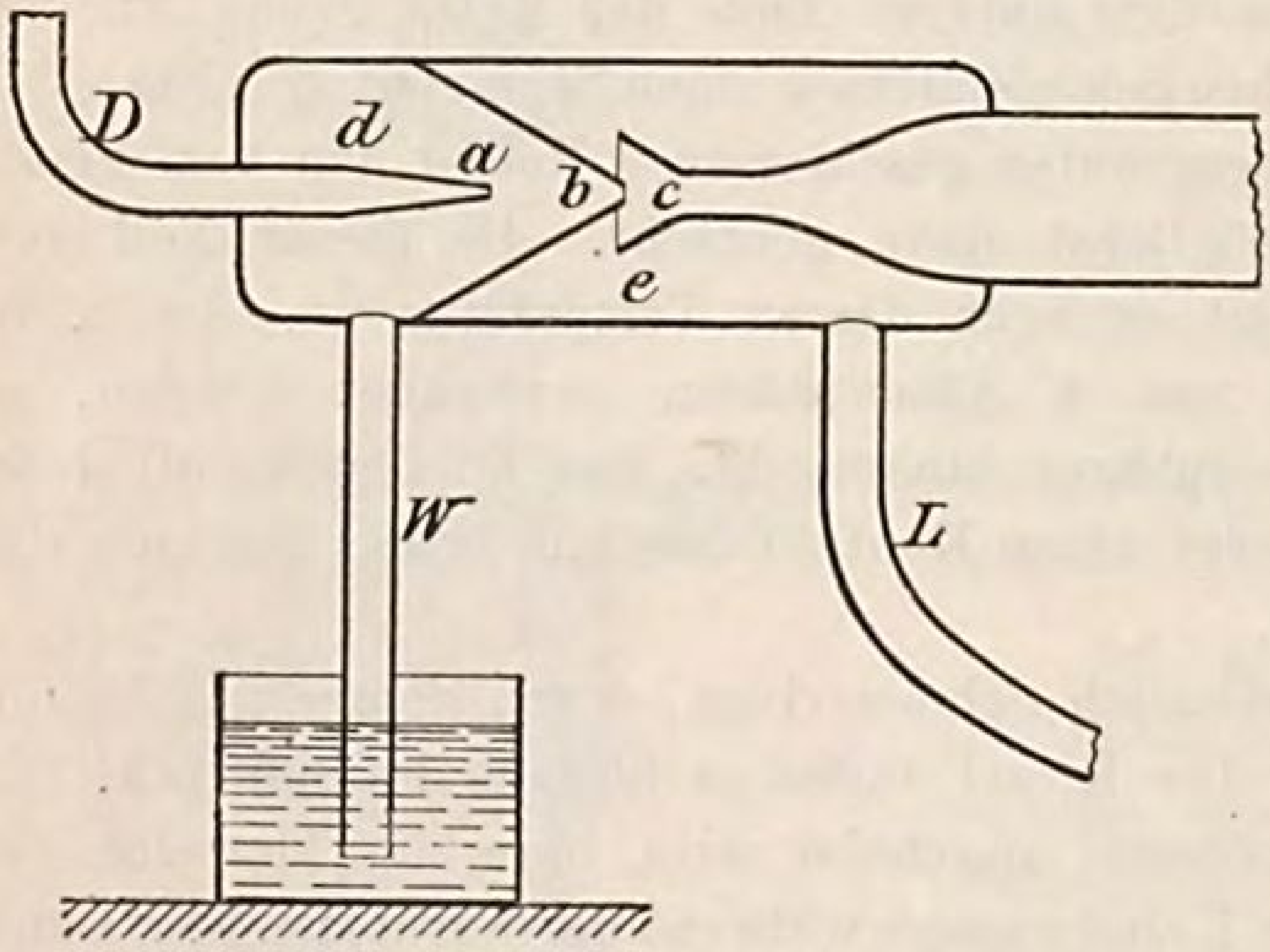
Speisevorrichtungen. Die mehrfach angeführten allgemeinen polizeilichen Bestimmungen fordern in § 4: „Jeder Dampfkessel muss mit zwei zuverlässigen Vorrichtungen zur Speisung versehen sein, welche nicht von derselben Betriebsvorrichtung abhängig sind und von denen jede für sich im stande ist, dem Kessel die zur Speisung erforderliche Wassermenge zuzuführen. Mehrere zu einem Betriebe vereinigte Dampfkessel werden hierbei als ein Kessel angesehen.“ Als Speisevorrichtungen dienen gewöhnlich Pumpen oder Injektoren.

Die Pumpen werden entweder von der Hand des Menschen (Handpumpen) oder durch Maschinenkraft (Maschinenpumpen) bewegt, oder sie

werden durch besondere Dampfmaschinen angetrieben (Dampfpumpen). Ihre Konstruktion und Wirkungsweise ist so allgemein bekannt, dass hier darauf nicht eingegangen zu werden braucht.

Anders ist es mit den Injektoren oder Strahlpumpen. Bei diesen saugt der Wasserdampf des im Betriebe befindlichen Kessels das Speisewasser an und drückt es zugleich in den Kessel. Das Schema Fig. 332 mag die Wirkungsweise der Vorrichtung erläutern.

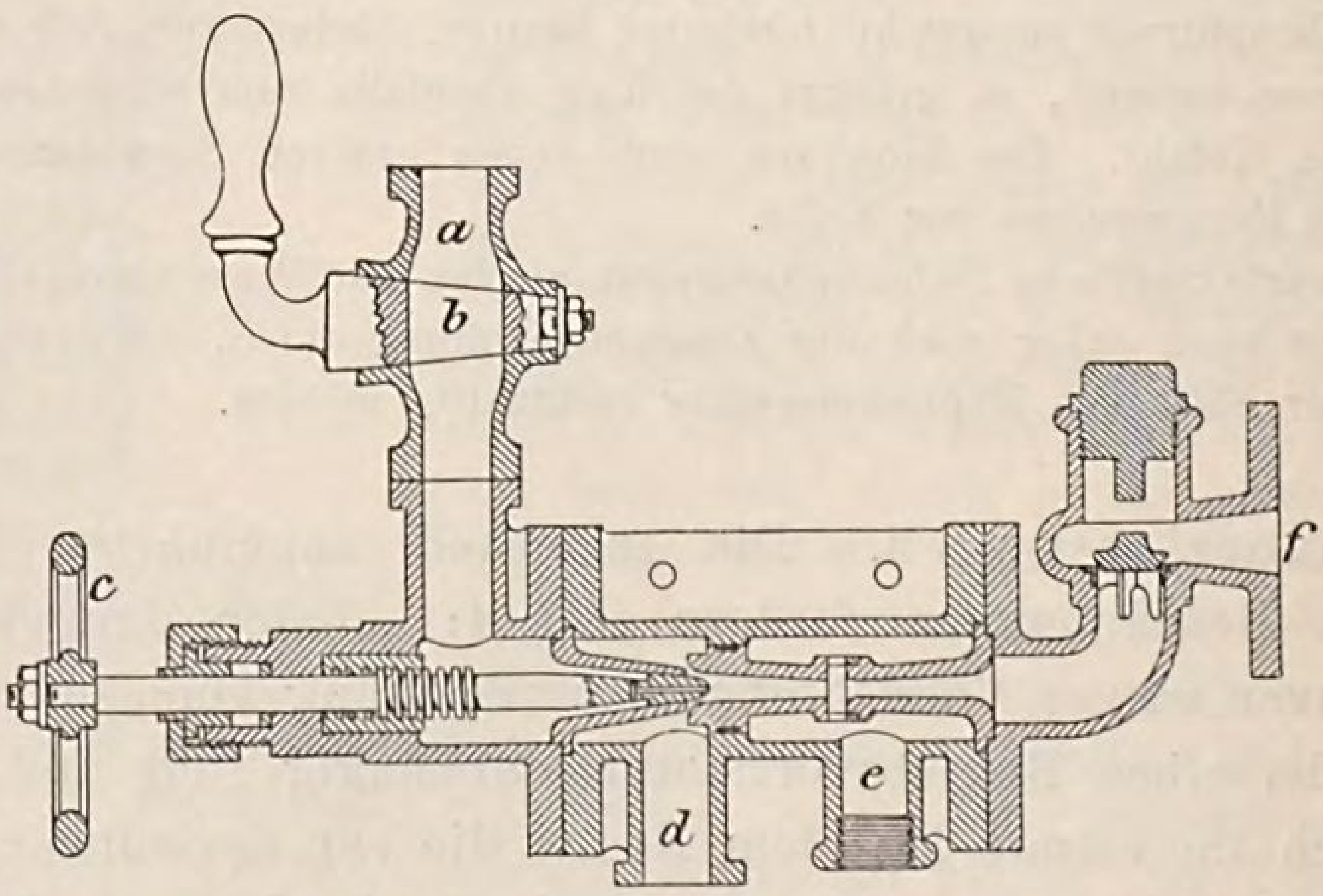
Fig. 332.



Schematische Darstellung eines Injektors.

Das Rohr D steht mit dem Dampfraum des Kessels in Verbindung und hat vorn eine Düse a (Dampfdüse), durch die der Kesseldampf mit grosser Heftigkeit austritt. Er gelangt dann nach der Düse b und erzeugt bei d einen luftverdünnten Raum, so dass das Wasser W aus dem Wasserbehälter angesaugt wird, in den Raum d tritt, sich hier mit dem Dampf mischt und durch die Düse b (Mischdüse) fortgerissen wird. Dieser gegenüber befindet sich die Düse c (Fangdüse), welche das Gemisch von Dampf und Wasser auffängt und in den Kessel leitet. Das nicht von der Düse c aufgefangene Wasser sammelt sich in dem Raum e und fliesst durch das Rohr L (Schlabberrohr) ab. Da das Speisen nicht ununterbrochen stattfindet, muss eine Vorrichtung zum An- und Abstellen vorhanden sein. Diese besteht aus einer Spindel oder einem Hebel.

Fig. 333.



Injektor von Schäffer & Budenberg in Magdeburg-Buckau.

Ein solcher Injektor mit Spindel in der Ausführung von Schäffer & Budenberg in Magdeburg-Buckau ist in Fig. 333 dargestellt.

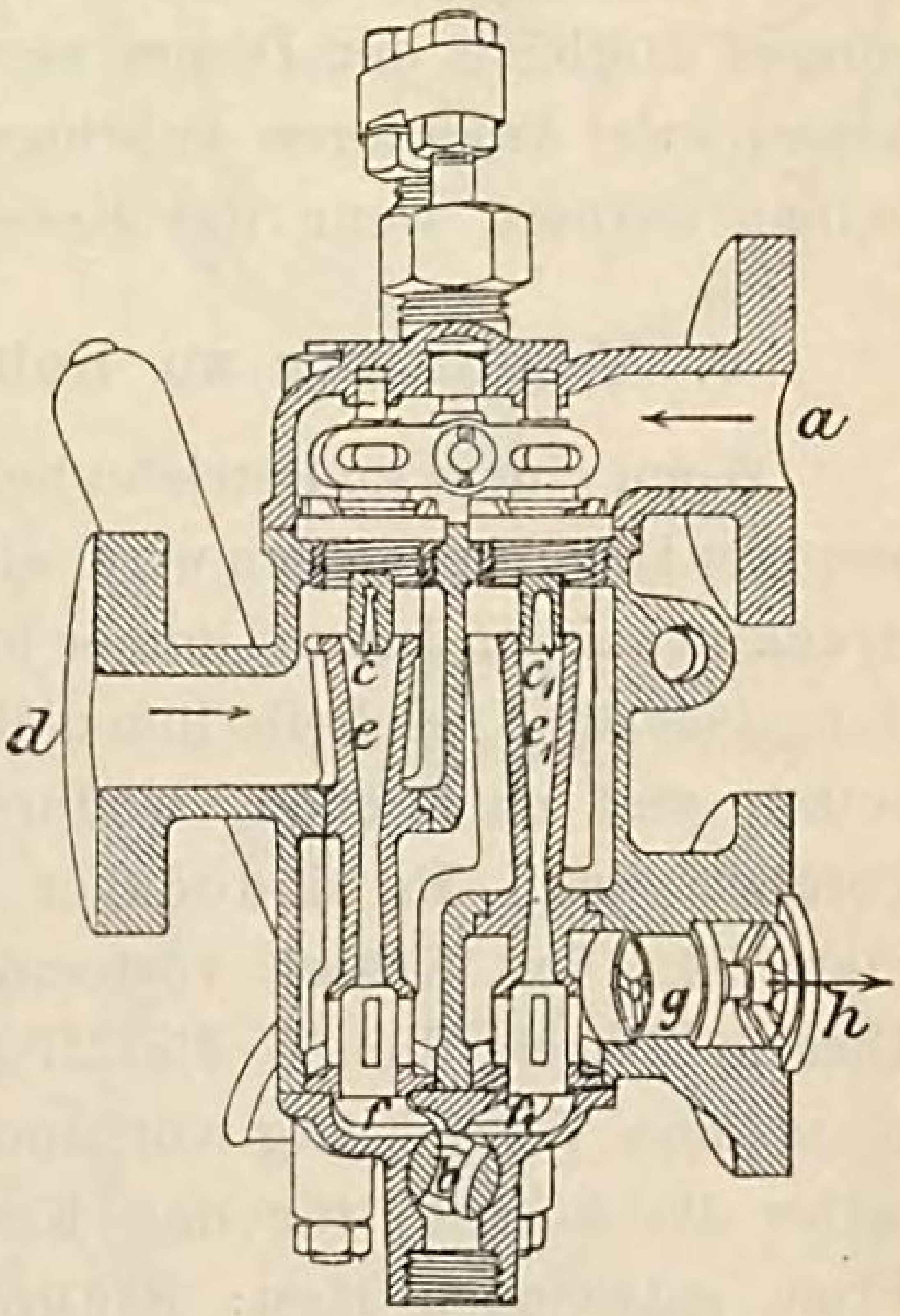
Das Dampfrohr a wird durch den Hahn b verschlossen; c ist ein Handrad, welches

auf einer Spindel sitzt, die vorn mit einem Konus versehen ist, der die Dampfdüse verschliesst oder öffnet, je nachdem die Spindel gedreht wird. d ist das Wasserzuflussrohr, e das Schlabberrohr und f das Rohr, in dem sich das Rückschlagventil zum Kessel befindet. Um zu speisen, öffnet man den Hahn b und dreht langsam an dem Handrade c, so dass der Dampf durch die Dampfdüse treten kann.

Gebr. Körting in Hannover haben einen Doppelinjektor, einen sogenannten Universalinjektor, konstruiert, welcher in Fig. 334 im Durchschnitt dargestellt ist.

Der Kesseldampf tritt bei a in der Pfeilrichtung in den Injektor. Wird nun der in der Figur sichtbare Handhebel, dessen Drehpunkt der Hahn b ist, nach rechts bewegt, so öffnet er die Dampfventile c und c_1, der Dampf saugt Wasser aus dem Rohr d an und reisst es mit durch die Fangdüse e, worauf es durch f und b ins Freie tritt; wird der Hebel weiter gedreht, so schliesst der Hahn b die Öffnung ab, und das Wasser wird gezwungen, durch die unten an der Fangdüse f befindlichen Schlitze in den anderen Injektor einzutreten. Der der Dampfdüse c entströmende Dampf treibt das Wasser in die Fangdüse e_1, von wo aus es durch f und b zunächst ins Freie tritt. Bei weiterer Drehung des Hebels wird auch die Öffnung f_1 durch den Hahn b verschlossen, so dass kein Wasser mehr aus dem Schlabberrohr austreten kann, vielmehr wird es jetzt gezwungen, durch das Rückschlagventil g in den Kessel h einzutreten.

Fig. 334.



Universalinjektor von Gebr. Körting in Hannover.

Es giebt eine grosse Anzahl verschiedener Injektorsysteme: teils können die Injektoren selbst das Wasser auf mehrere Meter Höhe ansaugen (saugende Injektoren), teils muss ihnen das Wasser von selbst zufliessen (nichtsaugende), einzelne gestatten die Zuführung von warmem Wasser (bis 60 ° C), andere wieder nicht.

Alle diese Speisevorrichtungen müssen von dem Wärter angestellt werden, wenn der Wasserspiegel annähernd bis zum niedrigsten zulässigen Wasserstand herabgesunken ist. Ihre Inbetriebsetzung ist also in die Hand des Wärters gelegt. Um sie davon unabhängig zu gestalten, ist man bestrebt gewesen, selbstthätige Speisevorrichtungen herzustellen. Hierher gehört der selbstthätige Dampfkessel-Speiseapparat von Cohnfeld in Zaukeroda, der jetzt von der Rossweiner Maschinenbau-Anstalt in Rosswein i. S. gebaut wird.

Derselbe besteht im wesentlichen aus einem stehenden, über dem Kessel angebrachten Zylinder, der in halber Höhe durch eine Querwand getrennt ist. Der obere

Zylinderraum steht mit dem unteren und mit dem Wasserreservoir durch Rohre in Verbindung. Neben dem unteren Raum befindet sich das Speiseventil, von dem aus das Speiserohr unter den niedrigsten Wasserstand des Kessels führt. Der untere Raum selbst steht mit dem Kesselinnern durch ein Rohr so in Verbindung, dass bei einem gewissen Wasserstand Dampf in ihn eintritt, dieser drückt das Wasser aus dem unteren Raum in den Kessel, worauf das Wasser aus dem oberen Raum in den unteren fliesst und der obere sich infolge des eingetretenen Vakuums wieder mit Speisewasser füllt. Hierauf beginnt das Spiel von neuem.

Die in dem angezogenen § 4 gegebene Vorschrift, dass die beiden Speisevorrichtungen nicht von derselben Betriebsvorrichtung abhängig sein dürfen, soll die Möglichkeit ausschliessen, dass infolge Schadhaftwerdens eines einzigen Stückes der Antriebvorrichtung beide Vorrichtungen zugleich den Dienst versagen. Man kann daher an einem Dampfkessel zwei Injektoren anbringen, da das Bedürfnis zum Gebrauch derselben aufhört, wenn der Kessel keinen Dampf mehr abgiebt.

b. Verhütung zu hoher Dampfspannung im Kessel.

Wenn einem im Betriebe befindlichen Dampfkessel gar kein Dampf oder weniger Dampf entzogen wird, als sich in ihm entwickelt, so muss der Dampfdruck in seinem Innern immer höher steigen und kann endlich so hoch werden, dass die Kesselteile ihm nicht hinreichenden Widerstand mehr entgegensetzen und nachgeben, wodurch dann ebenfalls eine Explosion herbeigeführt wird. Es sind daher Vorrichtungen erforderlich, durch welche man den im Kessel vorhandenen Dampfdruck stets erkennen kann. Diesem Zweck dienen die Druckanzeiger oder Manometer. Ferner muss eine Vorrichtung vorhanden sein, welche den Dampf, sobald derselbe die höchste für den Kessel zulässige Spannung erreicht hat, ins Freie entweichen lässt: Sicherheitsventil. § 9 der allgemeinen polizeilichen Bestimmungen schreibt dementsprechend vor: „An jedem Dampfkessel muss ein zuverlässiges Manometer angebracht sein, an welchem die festgesetzte höchste Dampfspannung durch eine in die Augen fallende Marke zu bezeichnen ist.“ Auf Dampfschiffskesseln müssen zwei Manometer vorhanden sein.

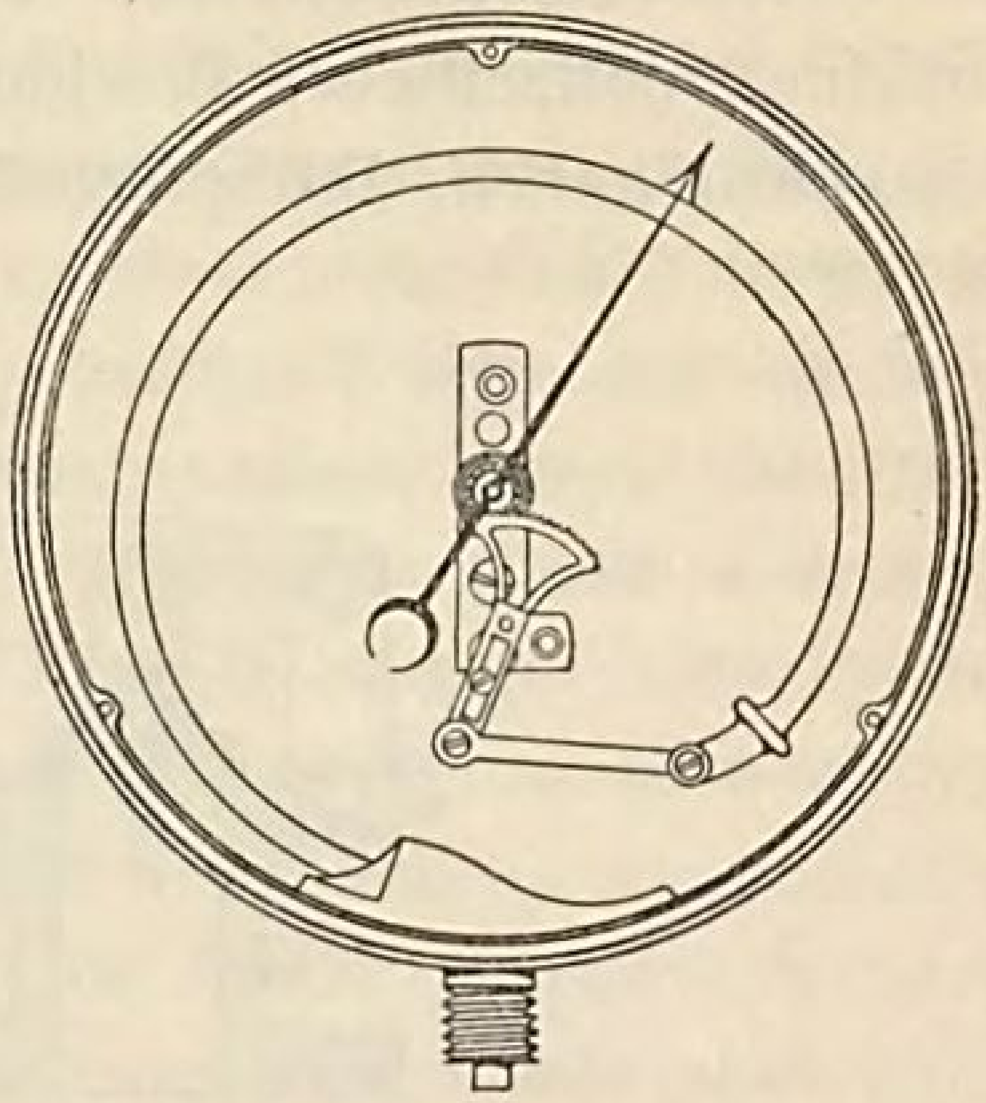
Manometer. Man unterscheidet drei verschiedene Systeme von Manometern:

1. Quecksilbermanometer,
2. Federmanometer,
3. Plattenmanometer.

Der Dampfdruck wird gemessen in Atmosphären, d. h. durch den Druck, den die atmosphärische Luft auf einen luftleeren Gegenstand ausübt. Es ist bekannt, dass man den Luftdruck an dem Barometer ablesen kann. In unseren Breiten beträgt derselbe etwa 760 mm Queck-

silbersäule auf 1 qcm Querschnitt, d. h. der äussere Luftdruck wiegt genau so viel wie 76 ccm Quecksilber. Da nun das spezifische Gewicht des Quecksilbers 13,6 ist, so wiegen 76 ccm: 76 . 13,6 = 1033,6 g oder 1,0336 kg. Diese Zahl ist für die Praxis etwas unbequem, es ist daher im Deutschen Reiche die Bestimmung getroffen, dass man für technische Zwecke unter einem Druck von einer Atmosphäre den Druck von 1 kg auf 1 qcm Querschnitt zu verstehen hat.

Fig. 335.

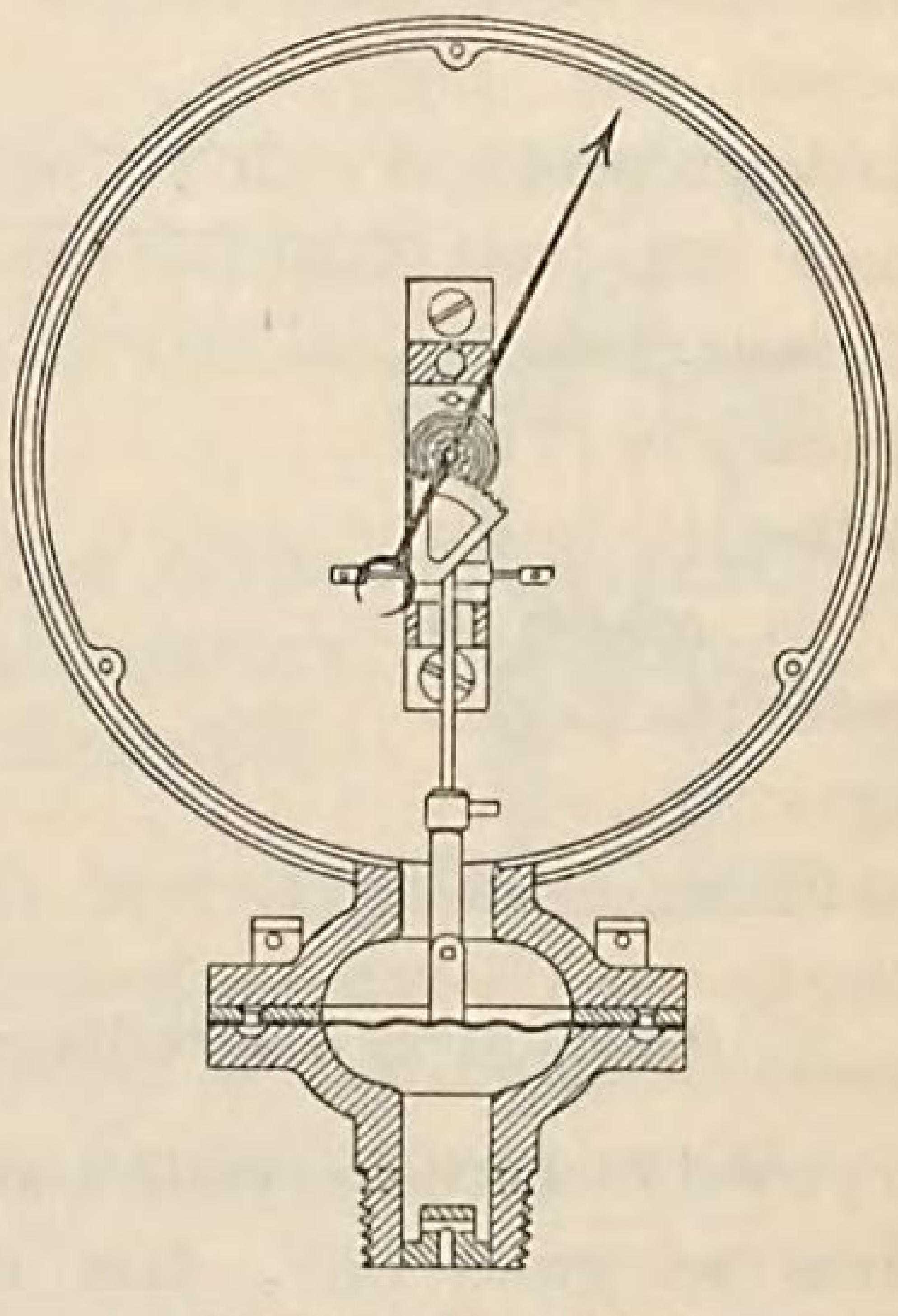


Federmanometer.

Die Quecksilbermanometer sind wenig im Gebrauch, teils weil sie unbequem sind, teils weil das Quecksilber ausserordentlich giftig ist. Eine um so grössere Verbreitung haben die Feder- und Plattenmanometer gefunden.

In Fig. 335 ist ein Federmanometer ohne das Zifferblatt dargestellt. Der Zeiger desselben bewegt sich über einer Skala, auf welcher der Druck in kg auf 1 qcm, also in Atmosphären angegeben ist. An dem Zeiger ist ein Zahnrad angebracht, das durch ein an einem Hebel befestigtes Zahnsegment bewegt wird, dessen zahnloser Arm mit einer Röhre in Verbindung steht. Letztere ist von länglich rundem Querschnitt und so angeordnet, dass der schmale Teil dem Zeiger zugekehrt ist. Tritt der Dampf in dieses Rohr, so wird er auf die längliche Seite (also die grössere Fläche) den grösseren Druck ausüben und das Rohr gerade zu biegen suchen, und zwar um so mehr, je grösser der Druck ist. Dadurch wird dei Hebel angezogen und der Zeiger nach rechts herum gedreht.

Fig. 336.



Plattenmanometer.

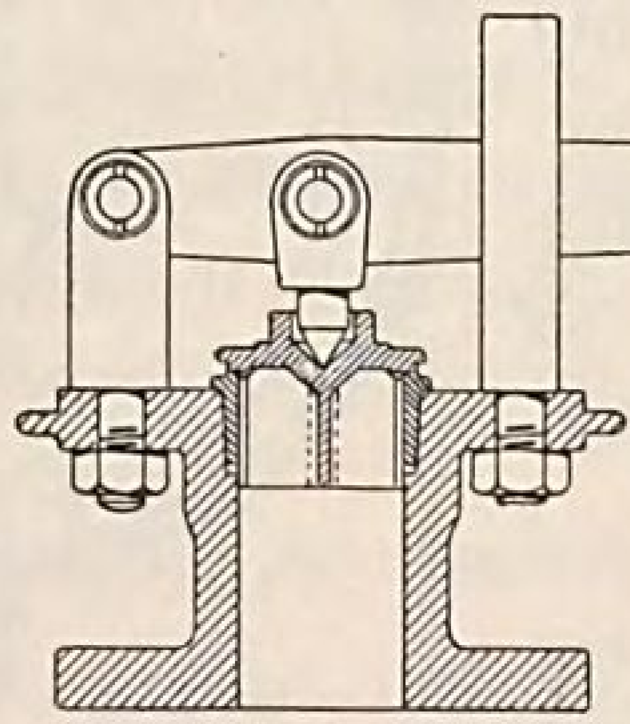
Bei dem Plattenmanometer (Fig. 336) ist zwischen dem Ober- und Unterteil des Manometers eine gewellte Plattenfeder eingeschaltet. Der Dampf tritt unter die Feder und hebt sie hoch, und zwar um so mehr, je grösser der Druck ist. Durch einen auf der Feder ruhenden Stift wird der Zeiger in ähnlicher Weise wie bei dem Federmanometer in Umdrehung versetzt. Bei dem Plattenmanometer von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover wird die Plattenfeder auf einem kleinen Ring festgenietet, damit sie stets in derselben Spannung erhalten wird.

Gute Manometer werden u. a. von Schäffer & Budenberg in Magdeburg-Buckau, Louis Struve in Magdeburg, Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover, Julius Blancke in Merseburg, A. L. G. Dehne in Halle a. S. ausgeführt.

Die Einteilung der Skala eines Manometers geht über die festgesetzte höchste Dampfspannung hinaus, diese muss daher durch eine besondere Marke (meistens ein roter Strich) dem Auge stets sichtbar gemacht werden.

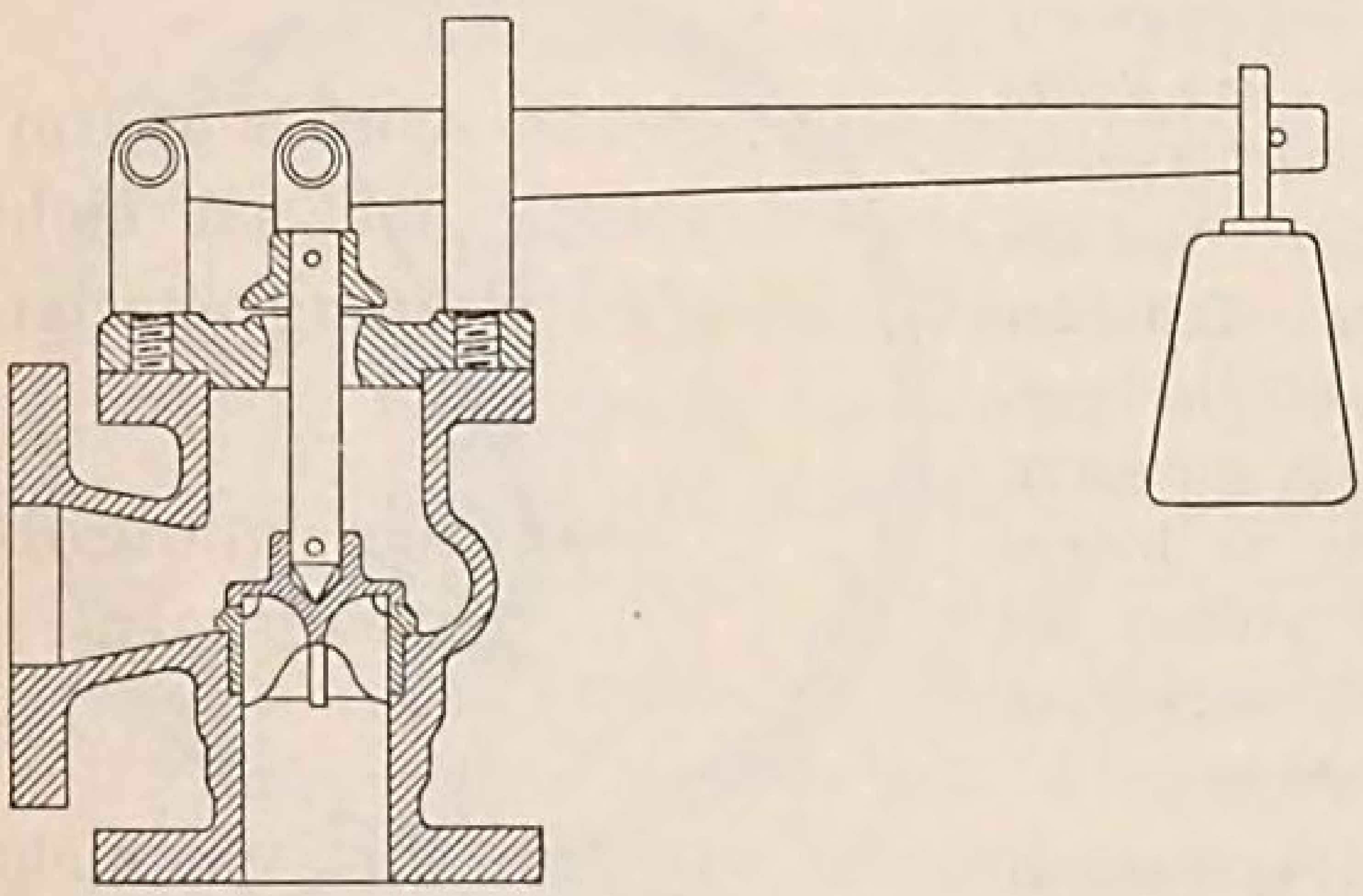
Sicherheitsventile. Jeder Dampfkessel muss nach § 8 der allgemeinen polizeilichen Bestimmungen wenigstens ein zuverlässiges Sicherheitsventil haben, Dampfschiff-, Lokomobil- und Lokomotivkessel müssen

Fig. 337.



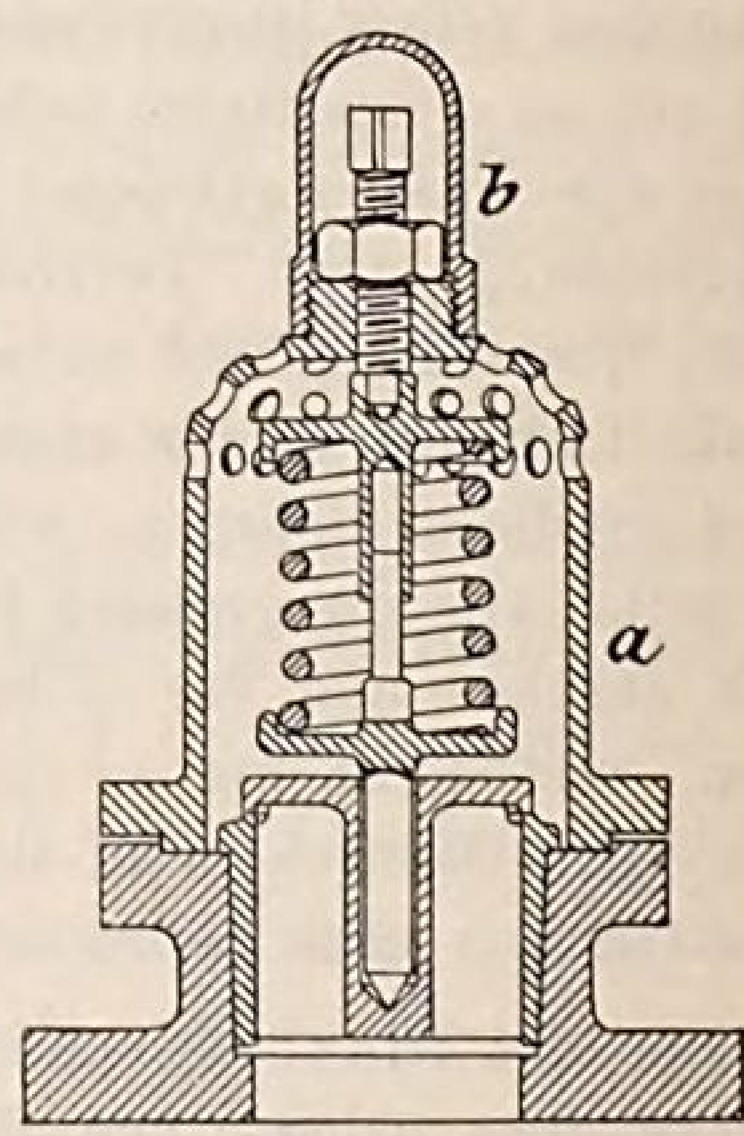
Offenes Sicherheitsventil.

Fig. 338.



Geschlossenes Sicherheitsventil.

Fig. 339.



Sicherheitsventil mit Federbelastung.

mit zwei Sicherheitsventilen ausgestattet sein. Der Querschnitt des Ventiles muss so gross sein, dass der überschüssige Dampf unter allen Umständen entfernt werden kann. Fig. 337 bis 339 zeigen solche Ventile, und zwar ist in Fig. 337 ein sogenanntes offenes, in Fig. 338 ein geschlossenes Ventil dargestellt. Das Ventil heisst offen, wenn seine Sitzfläche offen (sichtbar) angeordnet ist, geschlossen, wenn die Sitzfläche verdeckt ist. Auf dem Ventil ruht ein Druckstift, welcher mit einem Hebel in Verbindung steht, dessen langer Arm durch ein Gewicht belastet ist. Damit der überschüssige Dampf sicher entweicht, muss das

Ventil eingestellt werden, d. h. mit Hilfe von Wasser- oder Dampfdruck wird das Gewicht an dem Hebel so lange verschoben, bis das Ventil genau in dem Moment Wasser oder Dampf entweichen lässt, wenn das Kontrollmanometer die festgesetzte höchste Dampfspannung anzeigt. Neben dem Gewicht wird dann ein kleiner Stift so angebracht, dass ersteres auf dem Hebel nicht weiter vom Ventil fortgeschoben werden kann, weil damit eine Überlastung des Ventils eintreten würde.

Das offene Ventil hat den Nachteil, dass der Dampf beim Entweichen in den Kesselraum eintritt, was bei dem geschlossenen Ventil nicht der Fall ist; das erstere hat dagegen den Vorteil, dass der Wärter das Abblasen des Ventils sehen kann. An beweglichen Dampfkesseln lassen sich diese Ventile wegen der Stösse, denen der Kessel beim Transport ausgesetzt ist, nicht gut verwenden, man ersetzt sie deshalb durch Ventile mit Federbelastung (Fig. 339, S. 520). Die Belastungsfeder ruht unten und oben auf einem Teller. Durch eine im Kopf der Haube a angebrachte, mit Gegenmutter versehene Schraube kann die Feder gespannt werden. Die Haube b soll verhindern, dass die Spannung der Feder von unberufener Hand geändert wird.

Die Sicherheitsventile werden von Beamten, welche vom Staat hierzu besonders ermächtigt sind, eingestellt und dürfen dann nicht mehr geändert werden.

Es mag hier noch erwähnt werden, dass der oben beschriebene Universalsicherheitsapparat von Richard Schwartzkopff auch ein nicht rechtzeitiges Blasen der Sicherheitsventile, also eine Überlastung anzeigt.

c. Verhütung von Explosionen infolge Abnutzung, mangelhaften Materials, mangelhafter Konstruktion, Kesselsteinbildung und anderer Ursachen.

Wie aus der S. 508 mitgeteilten Tabelle hervorgeht, wird ein nicht unerheblicher Prozentsatz aller Dampfkesselexplosionen durch Abnutzung der Kessel verursacht. Eine solche Abnutzung ist die Folge mechanischer und chemischer Einwirkungen auf die Kesselwandung, welche in den meisten Fällen gleichzeitig auftreten.

Es ist ein bekanntes Naturgesetz, dass die Wärme die Körper ausdehnt, und zwar um so mehr, je höher die Temperatur und je länger der Körper ist. Der Dampfkessel wird hohen Temperaturen ausgesetzt, wobei er sich ausdehnen muss, und kühlt sich dann wieder ab, wobei er sich wieder zusammenzieht. Die Temperatur des Kessels ist aber keineswegs überall dieselbe; unmittelbar über dem Feuer ist sie am höchsten und an der vom Feuer am entferntesten gelegenen Stelle am

niedrigsten, folglich werden die Kesselbleche über dem Feuer am meisten und an den entfernteren Teilen am wenigsten ausgedehnt. Bei nicht richtiger Konstruktion des Kessels können daher in einzelnen Teilen Spannungen entstehen, mit denen der Konstrukteur nicht gerechnet hat. Ausserdem entstehen Verschiebungen einzelner Teile gegen einander. Alle diese Vorgänge sind nicht ohne Einfluss auf das Material. Durch die innere Bewegungsarbeit in den Blechen treten Strukturveränderungen auf, durch welche das Kesselblech an Widerstandsfähigkeit verliert. Die Verschiebungen gegen einander, welche einzelne Bleche infolge der Wärmeausdehnung erleiden, führen namentlich an den umgebördelten Stellen und Nietreihen zuerst zu ganz feinen Haarrissen, die man, ohne das Blech zu zerschneiden, nicht wahrnehmen kann. In diese Risse dringt das Wasser ein und beginnt seine zerstörende Arbeit durch Rostbildung. Anfangs entsteht eine kleine Anrostung, die kaum bemerkbar ist; dieselbe nimmt nach und nach an Ausdehnung und Tiefe zu und kann schliesslich durch Schwächung des Bleches zu Explosionen Veranlassung geben. Besonders sorgfältig hat man den Kessel auch vor Rostbildung von aussen zu schützen, indem man bei tiefliegenden Kesseln das Kesselmauerwerk gegen die in ihm aufsteigende Grundfeuchtigkeit sorgfältig isoliert und dafür sorgt, dass weder durch undichte Stellen am Kessel selbst oder an dessen Armatur unbemerkt Wasser oder Dampf austreten, noch durch mangelhafte Überdachung Wasser durch das Dach auf den Kessel herabtropfen kann. Zweckmässig scheint es zu sein, wenn man den sorgfältig durch Stahldrahtbürsten von Rost befreiten Kessel mit einem nicht zu dicken Teeranstrich versieht.

Ferner werden Abnutzungen des Kessels an der äusseren Seite durch die Einwirkung der schwefligen Säure herbeigeführt, welche sich beim Verbrennen von schwefelhaltiger Kohle entwickelt, an der inneren Seite durch Verwendung von saurem Kesselspeisewasser.

Weiter gehören zu den Ursachen von Kesselexplosionen die Verwendung schlechten Materials, schlechte Konstruktion des Kessels selbst, sowie mangelhafte Ausführung der notwendigen Reparaturen. Um etwaige Mängel in dieser Hinsicht festzustellen, ist eine regelmässige Untersuchung des Kessels erforderlich, die überall in nicht zu langen Zwischenräumen von dem Wärter oder dem Besitzer des Kessels vorgenommen werden sollte und überdies innerhalb gewisser Zeiträume durch die vom Staat dazu bestellten Sachverständigen ausgeführt wird (Anweisung vom 16. März 1892).

Einer der gefährlichsten Feinde des Dampfkessels ist der Kesselstein, das ist der harte, feste Niederschlag, der sich aus dem Speise-

wasser bildet und an den Kesselwänden absetzt. Da derselbe ein schlechter Wärmeleiter ist, können sich unter ihm die Bleche derart erhitzen, dass sie der Dampfspannung im Kessel keinen hinreichenden Widerstand mehr leisten. Die Bildung des Kesselsteins, welcher hauptsächlich aus doppeltkohlensaurem Kalk und schwefelsaurem Kalk besteht, muss daher möglichst verhütet werden. Am besten geschieht dies durch chemische Mittel.

Enthält das Kesselspeisewasser vornehmlich Gips (schwefelsauren Kalk, $CaSO_4$), so setzt man ihm Chlorbarium ($BaCl_2$) zu, es bildet sich dann $CaSO_4 + BaCl_2 = CaCl_2 + BaSO_4$; oder Ätznatron ($NaHO$), wobei sich $CaSO_4 + 2(NaHO) = Na_2SO_4 + CaH_2O_2$ bildet. Chlorcalcium ($CaCl_2$), schwefelsaures Natron (Na_2SO_4) und Kalkerdehydrat (CaH_2O_2) sind im Wasser löslich, während der schwefelsaure Baryt (Schwerspat $= BaSO_4$) unlöslich ist und beim Kesselabblasen als Schlamm entfernt wird.

Bei einem Gehalt des Speisewassers an Gips ($CaSO_4$) und doppeltkohlensaurem Kalk (CaC_2O_5) zu etwa gleichen Teilen setzt man kohlensaures Natron (Soda, Na_2CO_3) zu; es entsteht dann $CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2SO_4$, $CaC_2O_5 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2C_2O_5$. Der einfach kohlensaure Kalk ($CaCO_3$) ist im Wasser schwer löslich, setzt sich als Schlamm ab und muss abgeblasen werden, während das schwefelsaure Natron (Na_2SO_4) und das doppeltkohlensaure Natron ($Na_2C_2O_5$) im Kesselwasser gelöst bleiben.

Enthält das Speisewasser vornehmlich doppeltkohlensauren Kalk (CaC_2O_5), so setzt man gelöschten Kalk, Kalkwasser, Kalkmilch (CaH_2O_2) zu, es bildet sich dann $CaC_2O_5 + CaH_2O_2 = 2(CaCO_3) + H_2O$, wovon der kohlensaure Kalk wieder schwer löslich ist und als Schlamm abgeblasen wird.

Hauptsächlich dienen also Ätznatron und Chlorbarium zur Unschädlichmachung des schwefelsauren Kalkes, Soda und Kalkwasser zur Unschädlichmachung des doppeltkohlensauren Kalkes. Die Soda wird in dem Speisewasser aufgelöst und in den Kessel gepumpt, während man Chlorbarium, Kalkmilch und Ätznatron in einzelnen Portionen durch das Mannloch hineingiebt. Die Menge der einzelnen Lösungsmittel darf nicht beliebig genommen werden, sie muss sich vielmehr nach dem Gehalt des Speisewassers an Kesselsteinbildnern richten.

Man hüte sich, Geheimmittel, wie sie vielfach angepriesen werden, gegen die Kesselsteinbildung anzuwenden, da diese teils wirkungslos, teils sogar für das Blech schädlich sind.

Wenn irgend möglich, ist die Reinigung des Wassers in besonderen Gefässen vorzunehmen, in denen sich der Schlamm absetzt, und dann nur mit ganz kesselsteinfreiem Wasser zu speisen.

Ein Kesselsteinreinigungsapparat, bestehend aus einem Vorwärmer, Fällapparat, Filterpresse, Wasserpumpe, Laugenpumpe und Mischkasten, der sich gut bewährt haben soll, wird von A. L. G. Dehne in Halle a. S. gebaut.[1])

Die Entfernung des in den Kesseln angesetzten Kesselsteins darf nicht mit spitzen und vorn gehärteten Hämmern geschehen, weil damit leicht Verletzungen des Blechs verursacht werden, die nachher Anlass zur Rostbildung geben. Die Reinigung des Kessels muss mit grosser Vorsicht geschehen; niemals lasse man sich dazu verleiten, die Wände behufs leichterer Ablösung des Kesselsteins mit Petroleum zu bestreichen und dann mit Licht in den Kessel zu steigen oder Licht darin anzuzünden, wie das wiederholt vorgekommen und fast jedesmal mit dem Verlust von Menschenleben verbunden gewesen ist. Sehr zu empfehlen ist die Verwendung geübter und erfahrener Leute zu diesen Arbeiten, wie sie z. B. in Berlin ein besonderes Kesselreinigungsinstitut zur Verfügung stellt.

Die Kesseleinmauerung lasse man ebenfalls nur von sachverständigen Leuten ausführen; es ist öfter vorgekommen, dass durch Einsturz eines Stückchens einer gemauerten Zunge Teile des Kessels, welche nicht vom Feuer berührt werden durften, glühend wurden und so zu einer Explosion Anlass gegeben haben.

Zwischen dem Mauerwerk, welches den Feuerraum und die Feuerzüge feststehender Dampfkessel einschliesst, und den dasselbe umgebenden Wänden muss nach § 15 der allgemeinen polizeilichen Bestimmungen ein Zwischenraum von mindestens 8 cm bleiben. Diese Bestimmung hat den Zweck, zu verhüten, dass bei der Ausdehnung des Mauerwerks ein Schub auf die Wände des umgebenden Gebäudes ausgeübt wird. Das Kesselhaus selbst sei ohne feste Balkenlage und trage eine leichte Bedachung.

Dass dem Wärter vor dem heissen Kessel hinreichend frische kühlende Luft, genügend Licht und ein für seine Verrichtungen ausreichender Raum gewährt werden muss, ist eigentlich selbstverständlich.

Von Wichtigkeit ist ferner, dass das Kesselhaus an zwei verschiedenen Seiten Ausgänge hat, damit, wenn bei einem Unglücksfall der eine Ausgang versperrt oder nicht erreichbar ist, der Wärter noch den anderen benutzen kann, namentlich gilt das von Kesselräumen die in grossen Gebäuden, in Kellern u. s. w. angeordnet sind. Auch sollte man nie gestatten, dass über dem Kessel schwere Teile angeordnet werden, welche

[1]) Vergl. Bericht über die Deutsche allgem. Ausstellung f. Unfallverhütung Bd. I, S. 543. Berlin 1890.

herabstürzen und die Decke über dem Kesselraum durchschlagen können. Ist es doch vorgekommen, dass das Gegengewicht eines Fahrstuhles sich loslöste, die Decke durchschlug und den Kessel so beschädigte, dass die Wärter lebensgefährlich verbrüht wurden.

In der Wahl der Kesselwärter ist besondere Vorsicht geboten. Es eignen sich hierzu nur durchaus gewissenhafte und nüchterne Leute, die mit dem Kessel und seiner Behandlung genau vertraut sind. In den Kesselhäusern bringe man die Vorschriften für Kesselwärter an, welche von der Polizeibehörde oder einem der Dampfkessel-Revisions-Vereine erlassen sind, und überzeuge sich, dass der Wärter mit ihrem Inhalt genau vertraut ist.

B. Motoren.

Die Kraftmaschinen sind so mannichfacher Art und werden in so verschiedenen Konstruktionen ausgeführt, dass es in dem Rahmen dieser Abhandlung unmöglich ist, jede einzelne Ausführung hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Unfallverhütung zu besprechen. Es mag daher genügen, die hier in Betracht kommenden allgemeinen Gesichtspunkte für die verschiedenen Gruppen von Kraftmaschinen kurz zu erörtern.

1. Mensch und Tier als Motor.[1]) Der Mensch ist eine so teure Kraftquelle, dass er nur noch in wenigen kleinen Betrieben als Motor an der Kurbel, z. B. an Winden, Spinnmaschinen, Schleifsteinen u. s. w. verwendet wird. Hier ist besonders darauf zu achten, dass durch ein plötzliches Zurückschlagen der Kurbel keine Verletzungen vorkommen. Verschiedene Konstruktionen, die derartige Unfälle verhüten sollen, werden im X. Abschnitt besprochen werden.

Häufiger findet man noch das Zugtier am Göpelwerk als Motor verwandt. Der Göpel muss so angeordnet oder mit Blech oder Bohlen so abgedeckt werden, dass die Person, welche das Antreiben der Zugtiere zu besorgen hat, nicht durch die Arme des grossen Antriebrades, die Stirnräder, die Gelenkkupplung oder die Wellenleitung verletzt werden kann.

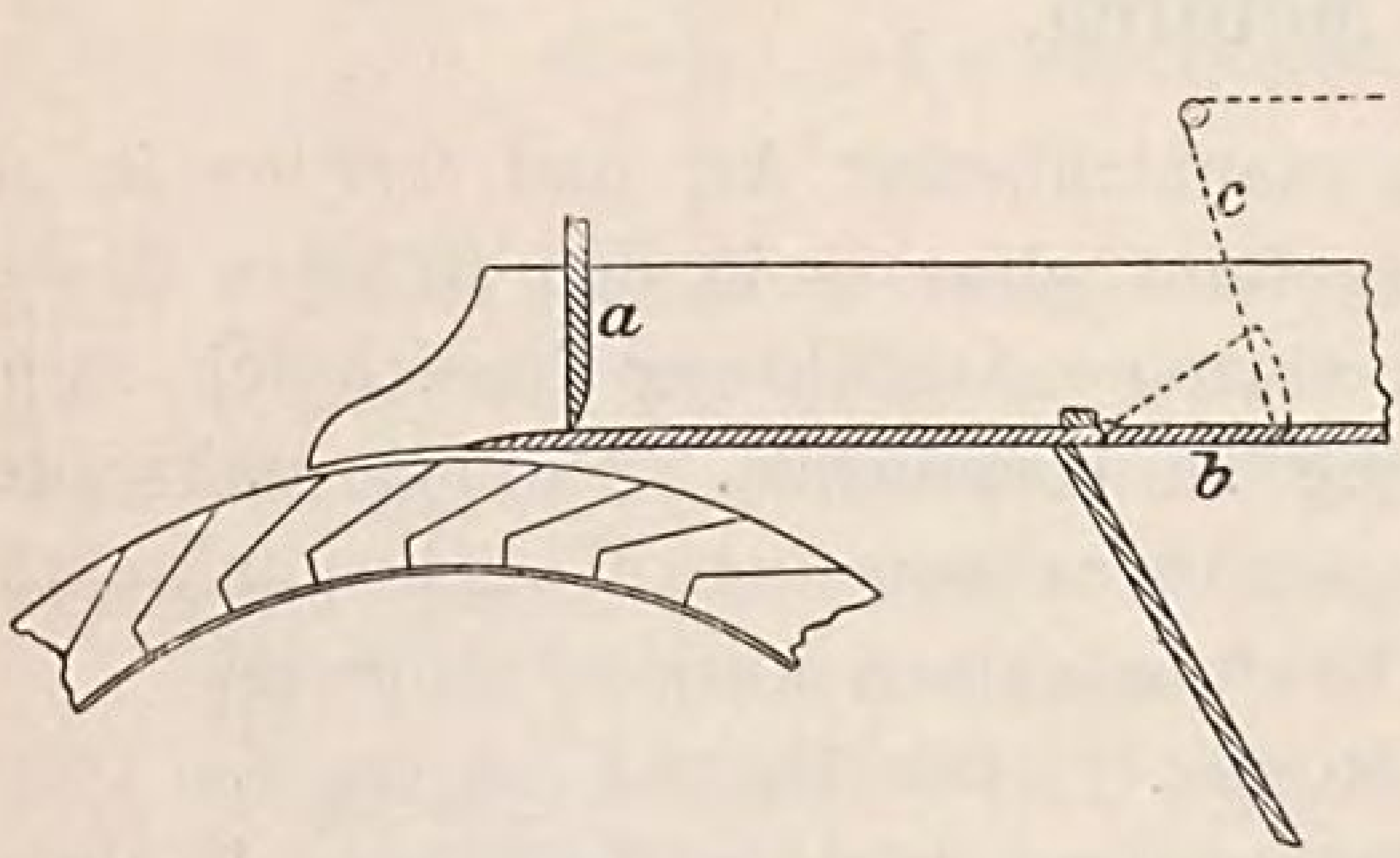
2. Wassermotoren. Es werden zwei Hauptgruppen von Wassermotoren unterschieden, die gewöhnlichen Wasserräder und die Turbinen. Bei der ersten Gruppe wird durch ein Gerinne, in dem sich

[1]) Bezüglich der hier gewählten Einteilung vergl. Clausſen, Die Kleinmotoren und die Kraftübertragung von einer Centralen, S. 13. Berlin 1891.

ein Schützen befindet, dem Wasserrad die Kraftquelle, das bewegte Wasser, zugeführt. Da bei geöffnetem Schützen das Rad durch das Wasser in Bewegung gesetzt wird, so ist vor allem dafür zu sorgen, dass der Schützen aus gutem Material angefertigt wird und dicht schliesst, damit eine unbeabsichtigte Inbetriebsetzung, wie sie bei undichtem Schützen durch allmähliches Volllaufen der Radzellen entstehen kann, vermieden wird.

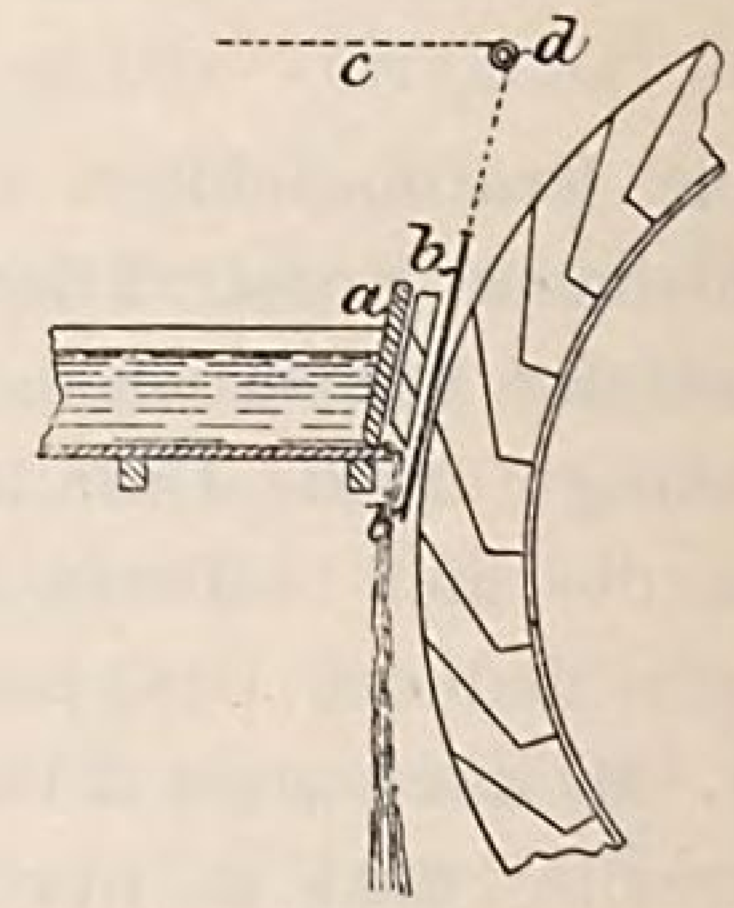
Bei oberschlächtigen Wasserrädern (Fig. 340) empfiehlt es sich, in dem Gerinne in etwa 10 m Entfernung hinter einander zwei Schützen anzuordnen, von denen der dem Rade zunächst gelegene in der Abbildung mit a bezeichnet, während der andere nicht mit dargestellt ist. Zwischen beiden Schützen bringt man im Boden des Gerinnes

Fig. 340.



Schutzvorrichtung an oberschlächtigen Wasserrädern.

Fig. 341.



Schutzvorrichtung an rückschlächtigen Wasserrädern.

eine Klappe b an, welche durch eine Kette c geöffnet und geschlossen werden kann. Sickert nun während des Stillstandes des Wasserrades durch den hinteren Schützen Wasser hindurch, so läuft dasselbe durch die geöffnete Klappe aus dem oberen Gerinne in das untere, ohne auf das Wasserrad zu gelangen.

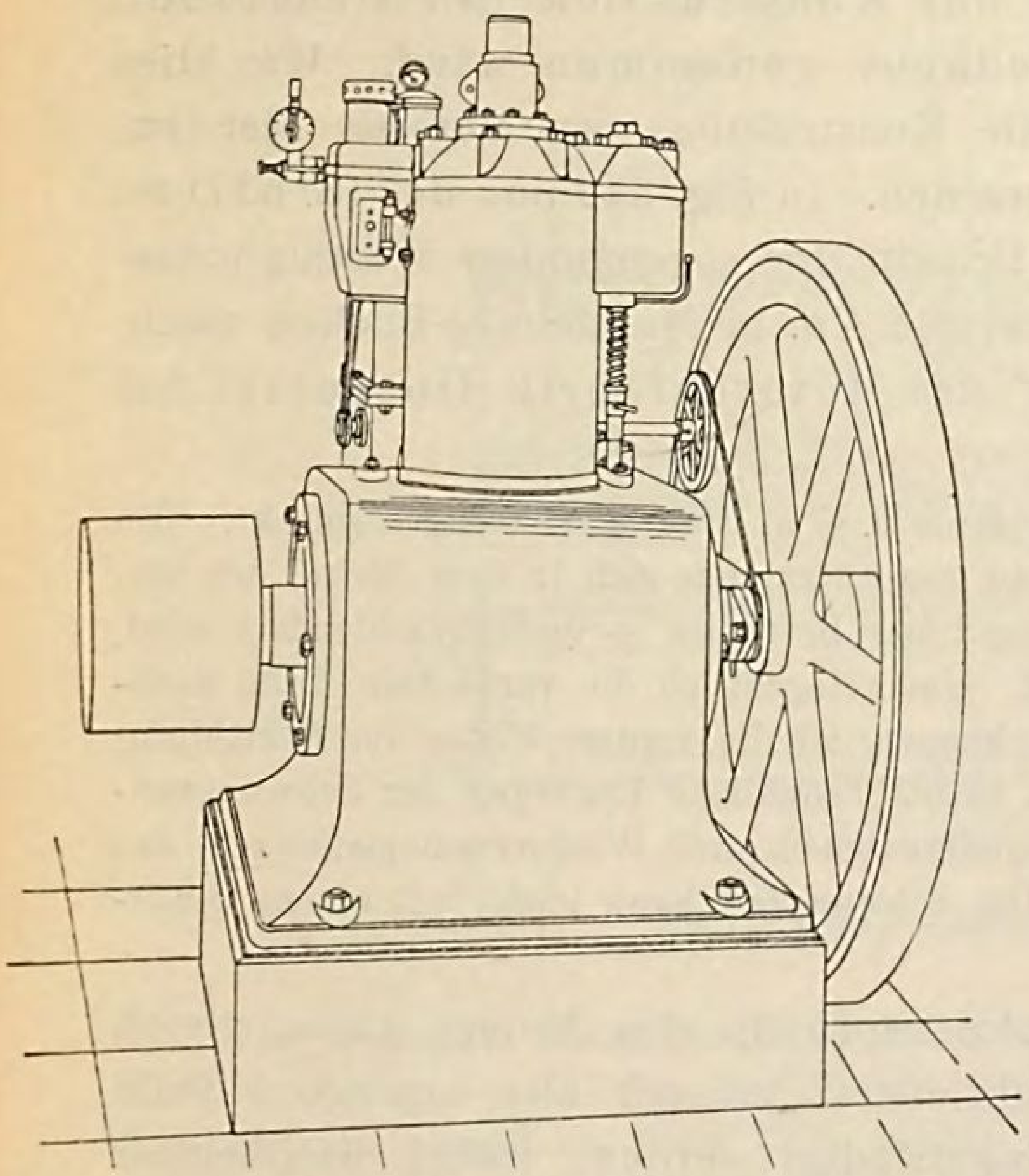
Bei rück- und mittelschlächtigen Wasserrädern ohne Kropf (Fig. 341) ordnet man, um die unbeabsichtigte Inbetriebsetzung zu verhindern, neben dem Schützen a ein über die ganze Radbreite sich erstreckendes eisernes Blech bb an, welches an einer Kette c über eine Rolle d geführt wird. Das durch den Schützen sickernde Wasser wird durch das Blech am Eintritt in die Radzellen gehindert und in das Untergerinne geleitet.

Die unterschlächtigen Wasserräder, Kopfräder u. s. w., an denen sich ähnliche Vorkehrungen nicht anbringen lassen, müssen mit einer sicheren Feststellvorrichtung oder mit einer Kupplung versehen werden, durch

die während des Stillstandes des Rades die sämtlichen Arbeitsmaschinen abgekuppelt werden.

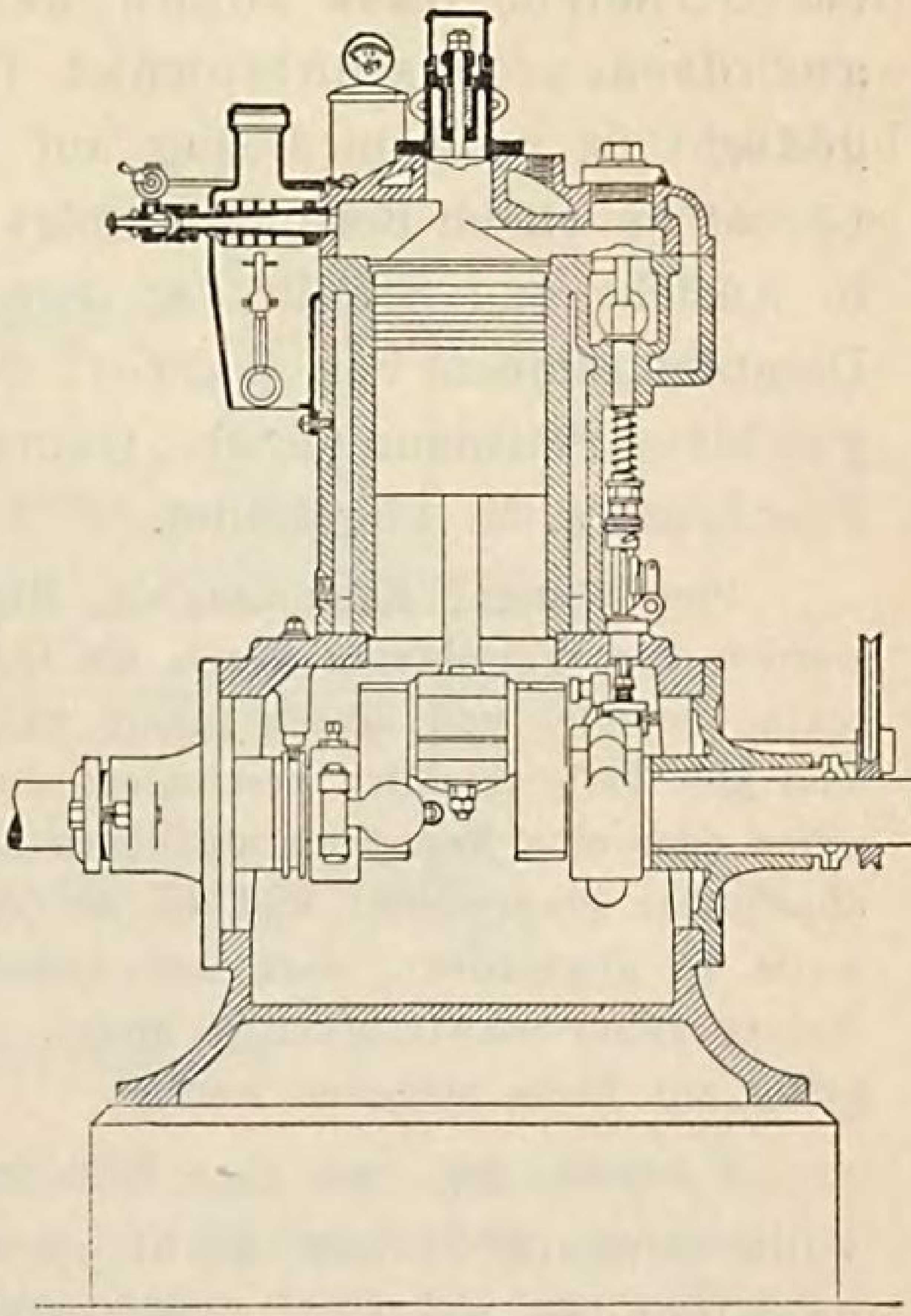
Da die Zugänge zu den Schützen gewöhnlich aus Brettern bestehen, welche meistens feucht und daher bei Frostwetter mit Eis bedeckt sind, so müssen sie, um ein Ausgleiten des Wärters zu verhüten, genügend breit gemacht und mit festen Geländern versehen werden, an denen sich unten 10 cm hohe Fussleisten befinden.

Fig. 342.



Ansicht.

Fig. 343.



Schnitt.

Petroleummotor der Motorenfabrik Oberursel.

Turbinen sind stets in besonderen Gebäuden oder in Anbauten unterzubringen, welche von den übrigen Räumen völlig getrennt sind. Der Zutritt zum Turbinenraum ist nur der mit der Wartung betrauten Person zu gestatten.

3. Windmotoren. Die Windräder werden dadurch gefährlich, dass Menschen von den Flügeln getroffen werden können. Die hiergegen anzuordnenden Schutzmaassnahmen werden hauptsächlich in Warnungen durch entsprechende Anschläge zu bestehen haben.

4. Dampfmotoren, Heissluftmotoren, Gas-, Petroleum- und Benzinmotoren sind möglichst in besonderen Räumen aufzustellen

oder, wo dies nicht angängig ist, von den Arbeitsräumen durch ein Gitter mit engstehenden Streben zu trennen. Der Zutritt zu dem Motor darf nur dem Wärter gestattet werden. Zwischen Motor und Gitter muss ein so breiter Zwischenraum vorhanden sein, dass der Wärter in der Bedienung des Motors nicht gehindert wird; auch bei den kleinsten Motoren sollte dieser Zwischenraum mindestens 1 m betragen.

Es wurde bereits in der Einleitung zu diesem Werke (S. 11) darauf hingewiesen, dass der vollkommenste Unfallschutz dadurch erreicht wird, dass schon bei der Konstruktion der Maschinen auf diesen Gesichtspunkt Bedacht genommen wird. Wie dies gedacht ist, soll in Bezug auf die Konstruktion von Motoren hier zunächst an einem Beispiel gezeigt werden. In Fig. 342 und 343 (S. 537) ist in Ansicht und Schnitt der dem Prinzip der sogenannten Westinghouse-Dampfmaschinen von Garrett Smith & Co. in Magdeburg-Buckau nachgebildete Petroleummotor „Gnom" der Motorenfabrik Oberursel bei Frankfurt a. M. abgebildet.

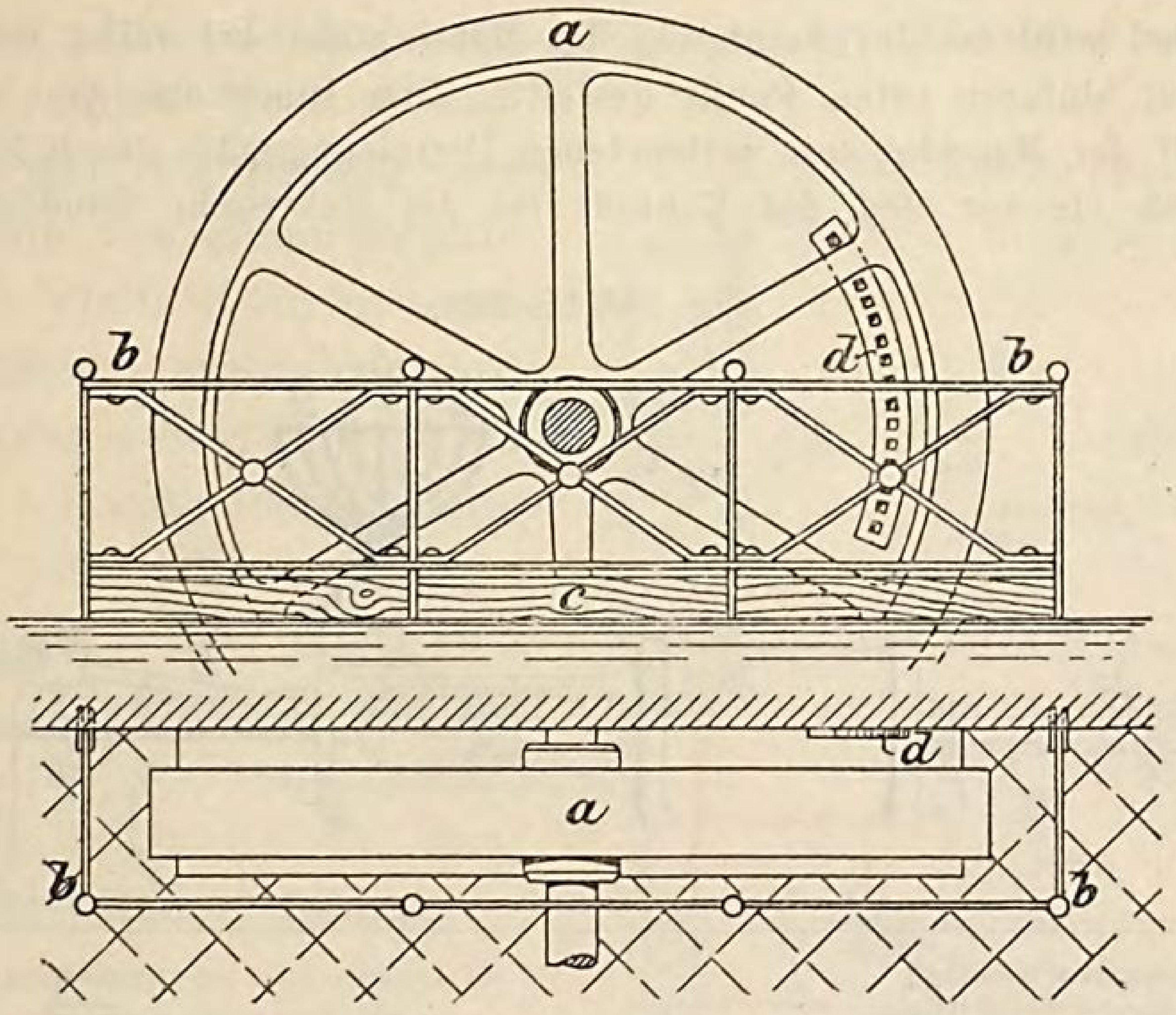
Pleuelstange, Krummzapfen, Regulator u. s. w. sind hier völlig verdeckt. Sie werden vor Warmlaufen durch ein Ölbad geschützt, das sich in dem Sockel der Maschine befindet und dessen Inhalt während des Betriebes so umhergeschleudert wird, dass alle Teile reichlich geschmiert sind. Um gelegentlich die verdeckten Teile nachsehen oder eine Reparatur ausführen zu können, ist die vordere Platte der Bekleidung abnehmbar eingerichtet und die an den Seiten befindliche Lagerung der Schwungradwelle so angeordnet, dass das Auseinandernehmen und Wiederzusammensetzen des Motors keine Schwierigkeiten bietet. Das Schwungrad kann leicht mit einem Drahtgitter aus Eisen umgeben werden.

Überall da, wo das Konstruktionsprinzip des Motors einen gleich vollkommenen Schutz nicht gewährleistet, müssen alle bewegten Teile desselben in geeigneter Weise eingefriedigt werden, wobei als oberster Grundsatz der zu gelten hat, dass eine unzweckmässige oder mangelhaft angebrachte Schutzvorrichtung schlechter ist als gar keine. Wenn man z. B. in Fabriken Schutzvorrichtungen findet, die nur für das Auge angebracht sind — Öffnungen im Fussboden, die mit einem Holzgitter so mangelhaft umgeben sind, dass man es ohne die geringste Anstrengung mit einer Hand entfernen, oder Kegelräder so eingekapselt, dass man die Kapsel mit einem Finger zur Seite schieben kann, — so sind solche Vorkehrungen eher geeignet, Unfälle herbeizuführen, als dieselben zu verhüten, indem sie die Arbeiter dazu verführen, sich auf einen Schutz zu verlassen, der im Augenblicke der Gefahr versagt.

Von den für alle Arten von Motoren in Betracht kommenden Schutzvorrichtungen steht in erster Linie eine ausgiebige Umgitterung des Schwungrades.

Bei kleineren Motoren wendet man zweckmässig ein Gitter aus starkem, engmaschigem Drahtgeflecht an, welches an eisernen im Fussboden angebrachten Streben befestigt ist. Bei grösseren Motoren, deren Schwungräder sich zum Teil in einer Grube befinden (Fig. 344 und 345), ist diese mit einem festen eisernen Gitter b und mit einer 10 bis 15 cm hohen Fussleiste c zu umgeben, damit bei einem etwaigen Ausgleiten der Fuss des Wärters nicht durch die Arme des Schwungrades a beschädigt werden kann.

Fig. 344 und 345.



Umgitterung von Schwungrädern.

Die liegenden Dampfmaschinen haben meistens nach einer Seite frei gelagerte Kurbeln a (Fig. 346 und 348, S. 540) oder eben solche Kurbelscheiben, an denen die Lenkerstange b angreift. Diese Teile werden zweckmässig durch eine eiserne Stange A, welche einerseits an dem Hauptwellenlager c, andererseits an der Geradführung d befestigt ist, umgeben. Die durch den hinteren Zylinderdeckel tretende Kolbenstange e ist entweder mit einer Schutzhülse B (Fig. 348) oder mit einem Schutzbügel C (Fig. 347) zu umgeben, deren Befestigung an der hinteren Stopfbüchse f erfolgen kann.

Wenn sich die Schwungkugeln des Regulators g g in so geringer Höhe bewegen, dass dadurch eine Gefährdung des Wärters herbeigeführt werden kann, so ist an dem Regulatorfuss h (Fig. 346) ein Schutzgitter anzubringen. Erfolgt der Regulatorantrieb durch freiliegende Kegelräder, so sind diese mit einer Schutzhülse zu umgeben. Vorstehende Keilnasen sind sorgfältig zu umkapseln.

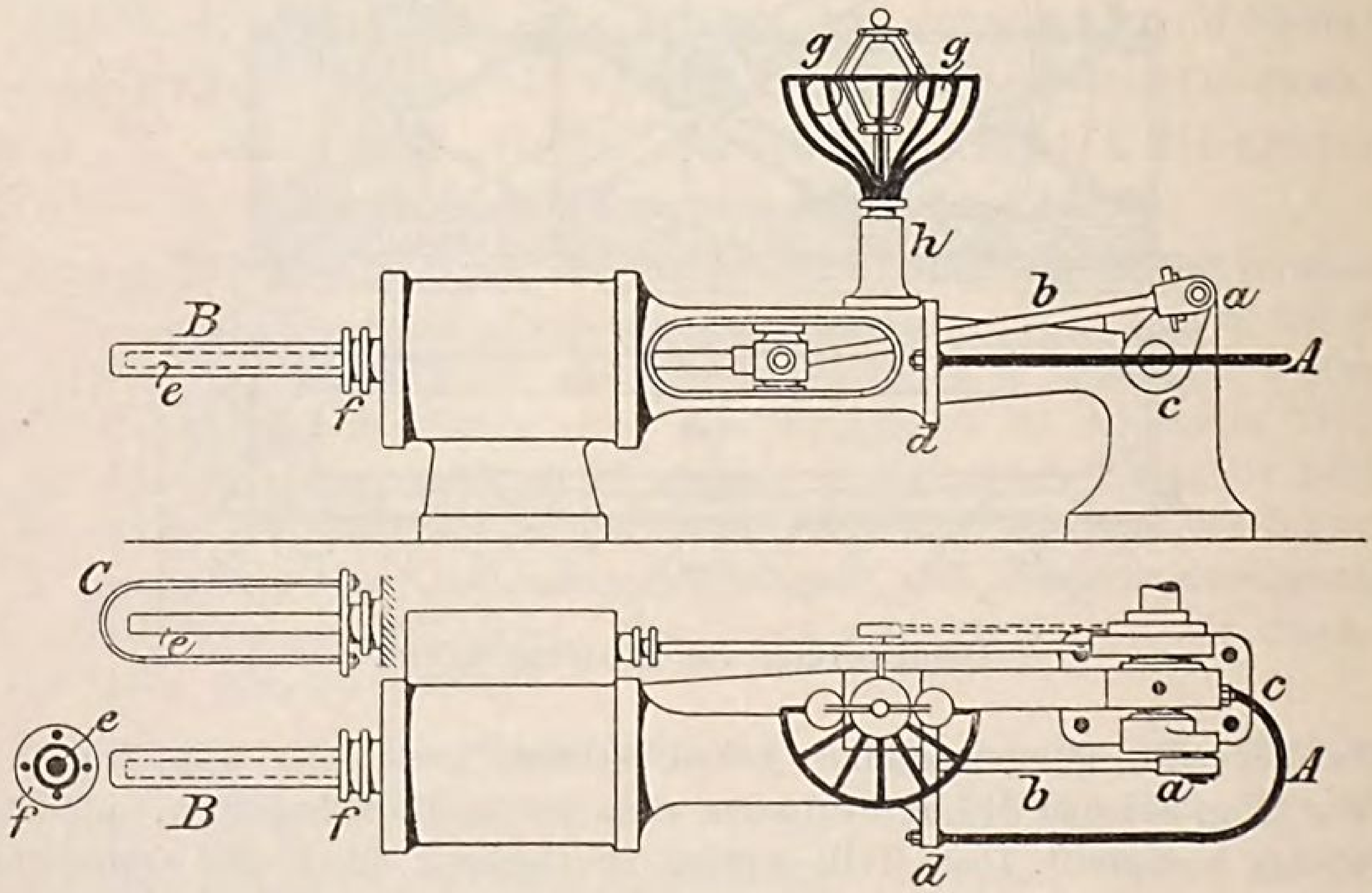
Was hier von den Dampfmaschinen insbesondere gesagt ist, gilt in gleichem Maasse von den übrigen Motoren.

Um die Kraftmaschinen in Betrieb zu setzen, ist meistens ein Andrehen des Schwungrades erforderlich, was der Arbeiter durch Eingreifen in die Radspeichen zu besorgen pflegt. Dies Andrehen ist sehr

gefährlich, da die Leute bei einem plötzlichen Anspringen der Maschine mitgerissen werden, wenn sie nicht schnell genug loslassen. Namentlich ist dies bei Maschinen mit grosser Umdrehungszahl der Fall, wie Gas-, Petroleum-, Benzin- und Heissluftmaschinen. Hier muss daher eine Maschine ganz besonders erwähnt werden, bei der das Andrehen vollständig vermieden ist. Es ist dies der Priestmann'sche Petroleummotor (Vertreter Paul Behrens in Magdeburg).

Die Kurbel wird bei der Reinigung des Motors, also bei völlig kalter Maschine, etwas über den hinteren toten Punkt gestellt. Zum Inbetriebsetzen wird in einem besonderen, mit der Maschine fest verbundenen Petroleumgefäss durch Einpumpen von Luft ein Druck erzeugt und der Kontakt für die elektrische Zündung hergestellt,

Fig. 346 bis 348.



Schutzvorrichtung an Kurbeln, Kolbenstangen und Schwungkugelregulatoren.

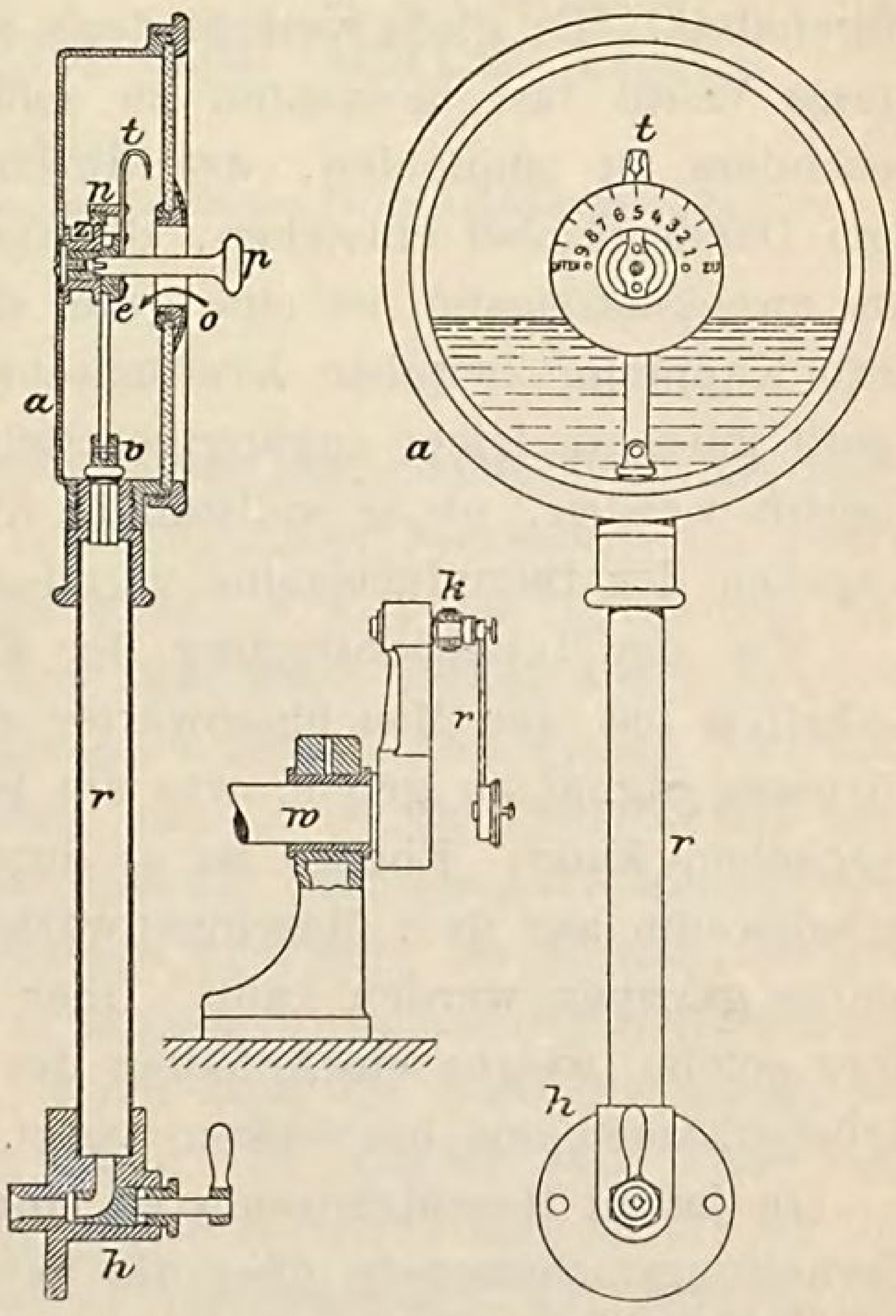
worauf man etwas Petroleum in den Vergaser treten lässt. Nach einigen Sekunden schiebt man das in dem Vergaser entstandene Petroleumgas durch den im Petroleumgefäss vorhandenen Luftdruck durch schnelles Öffnen und Schliessen eines Hahnes in den Zylinder, worauf sofort die Entzündung stattfindet und das Angehen des Motors ohne jedes Andrehen erfolgt.

Bei grossen Dampfmaschinen wird das Schwungrad mitunter dadurch gedreht, dass man in die Löcher eines Bogenstückes d (Fig. 344), das an passender Stelle, z. B. an einer Wand befestigt ist, eine Stange hineinsteckt und mit dieser gegen die Schwungradarme drückt. Diese Einrichtung ist nicht besonders empfehlenswert. Besser ist es, wenn das Schwungrad auf dem äusseren Umfang mit kleinen Zähnen versehen wird, in welche man die Klinken eines Andrehhebels hineingreifen lässt, oder wenn man Rollen anbringt, welche seitlich an dem Umfang des

Rades angreifen und in geeigneter Weise durch Kurbel und Räder in Umdrehung versetzt werden können.

Das Drehen des Schwungrades einer Dampfmaschine darf nur bei geöffneten Zylinderhähnen und völlig geschlossenem Dampfeinlassventil stattfinden. Während des Betriebes darf der Wärter unter keinen Umständen bewegte Teile reinigen oder anfassen, um zu fühlen, ob sie sich warm gelaufen haben. Auch soll die Schmierung überall derart eingerichtet sein, dass sie nur beim Stillstand der Maschine vorgenommen zu werden braucht. Sehr zu empfehlen ist die Schmierung der einzelnen Teile von einem Punkte aus, wie sie vielfach an neueren Schiffsmaschinen ausgeführt wird (Aktien-Gesellschaft „Weser" in Bremen). Häufig bereitet die Schmierung des Kurbelzapfens Schwierigkeiten. Sie lässt sich durch den Bach'schen Kurbelzapfenschmierapparat von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover sehr bequem ausführen.

Fig. 349 bis 351.



Bach'scher Kurbelzapfen-Schmierapparat von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover.

Der Apparat besteht aus einem Ölbehälter a (Fig. 349 bis 351), welcher an dem zu schmierenden Kurbelzapfen k angebracht wird. Der Kurbelzapfen selbst wird von der Mitte aus und ganz quer durch angebohrt. Der Ölbehälter ist mit dem Kurbelzapfen durch ein Rohr r so verbunden, dass die Entfernung von der Mitte des Ölbehälters bis zur Mitte des Kurbelzapfens gleich der Kurbellänge ist. Wenn sich die Kurbel dreht, so steht der Ölbehälter vor der Mitte der Welle w gewissermaassen still, indem er sich nur um seinen eigenen Mittelpunkt p dreht. Das Öl wird dem Kurbelzapfen teils durch die eigene Schwere, teils durch die Fliehkraft zugeführt, und zwar geschieht das hauptsächlich während der unteren Hälfte des Kurbelweges. An dem Ölbehälter befindet sich vorn eine Glasscheibe, welche mit einer Öffnung o zum Ölnachfüllen versehen ist. Zwischen dem Rohr r und dem Ölbehälter a befindet sich ein Ventil v, das durch einen Schlüssel p vermittels Exzenter und Stange e verschieden eingestellt werden kann. Durch einen Zeiger t und die Nase n, welche in Zähne z einfedert, ist die Einstellung des Ventils auf einer Skala sichtbar gemacht. Der Hahn h dient zum völligen Abstellen des Ölzuflusses.

Von weiteren Schmiervorrichtungen nennen wir den Wittfeld'schen

Schmierapparat von C. W. Julius Blancke & Co. in Merseburg. Wird derselbe zum Schmieren der Kolben und Schieber von Dampfmaschinen verwandt, so schaltet man zweckmässig ein Rückschlagventil in das Zuleitungsrohr ein, welches verhütet, dass beim Bruch des Rohres Dampf austritt. Im übrigen vergl. den folgenden Abschnitt.

Die Ausserbetriebsetzung der Maschinen erfolgt durch Absperrung der Kraftquelle. Infolge der lebendigen Kraft, welche in den bewegten Teilen der Maschine steckt, ist ein plötzliches Anhalten nicht möglich, vielmehr kommt die Maschine erst nach und nach zum Stillstand. Die Dampfmaschinen werden durch Schliessen des Absperrventils angehalten. Es giebt verschiedene Konstruktionen, die es ermöglichen, dieses Ventil fast momentan zu schliessen. Dieselben sind aber nicht besonders zu empfehlen, weil durch das plötzliche Schliessen Stösse in dem Damkpfkessel entstehen, die für diesen gefährlich werden können. Am zweckmässigsten ist eine gute, sicher wirkende und schnell ausrückbare Kupplung zwischen Kraftmaschine und Kraftleitung. Das Absperrventil muss an leicht zugängiger Stelle angebracht und häufig daraufhin geprüft werden, ob es vollständig dicht ist, damit ein unbeabsichtigtes Angehen der Dampfmaschine vermieden wird.

Vor der Inbetriebsetzung der Kraftmaschine und ebenso vor dem Anhalten hat der Maschinenwärter ein in allen Arbeitsräumen deutlich hörbares Signal zu geben, was am leichtesten durch elektrische Glocken geschehen kann. Ebenso ist es durchaus erforderlich, dass von jedem Arbeitsraum aus dem Maschinenwärter ein Signal zum Anhalten der Maschine gegeben werden kann. Über derartige Vorrichtungen, ebenso wie über solche, welche ein Anhalten der Betriebsmaschine von den einzelnen Arbeitsräumen aus bezwecken, vergl. den folgenden Abschnitt.

In jedem Maschinenraum ist eine Tafel anzubringen, welche genaue Verhaltungsmaassregeln über die Behandlung der Maschine enthält. Vor allen Dingen ist streng darauf zu halten, dass das Putzen der Maschine nur während des Stillstandes derselben vorgenommen und dass die Wartung nur erwachsenen männlichen Personen anvertraut wird, die gewissenhaft, nüchtern und ordentlich sind.

IX. Abschnitt.

Wellenleitungsanlagen und deren Teile.

Von **R. Platz,**
Kaiserlichem Regierungsrat und ständigem Mitglied des Reichs-Versicherungsamts in Berlin.

Von den 15970 entschädigungspflichtigen Betriebsunfällen, die nach der vom Reichs-Versicherungsamt veröffentlichten Statistik[1]) im Jahre 1887 zur Anzeige gelangten, wurden 4362, d. i. 27,31 %, durch Maschinen und Dampfkessel veranlasst, und zwar 2803 Unfälle durch Arbeitsmaschinen, 899 durch Fahrstühle, Aufzüge u. dergl., 369 durch Wellenleitungen, 216 durch Kraftmaschinen und 75 durch Dampfkessel und Kochapparate. Zieht man in Betracht, dass die Zahl der Arbeitsmaschinen die der Wellenleitungen um ein vielfaches übertrifft, so dürften letztere sich als die zweitgefährlichste aller Maschinengattungen erweisen; sicher nehmen sie diese Stelle ein, wenn man die Zahl der durch sie verursachten Todesfälle in Betracht zieht. Es führten zum Tode des Verletzten bei Fahrstühlen 27,25 %, an Wellenleitungen 26,02 %, bei Kraftmaschinen 17,59 % und bei Arbeitsmaschinen nur 3,21 % der stattgehabten Unfälle.

Bei den Wellenleitungen, die uns nunmehr ausschliesslich beschäftigen sollen, wurden die meisten entschädigungspflichtigen Unfälle durch Riemen, Ketten und Seile herbeigeführt, und zwar in Summa 178 Verletzungen; diesen folgen 93 Unfälle an Wellen und Wellenverbindungen und 92 Unfälle, die durch Zahnräder und Riemscheiben veranlasst wurden. Der Gefährlichkeitsgrad dieser Gruppen, nach der Häufigkeit des tötlichen Ausganges bemessen, erweist sich am höchsten für die Wellen und Wellenverbindungen = 49,46 %; am nächstgefährlichen sind die Zahnräder

[1]) Amtliche Nachrichten des Reichs-Versicherungsamts 1890, S. 199 ff. (Vergl. auch den II. Abschnitt.)

und Riemscheiben = 28,83 %, alsdann folgen die Riemen, Ketten und Seile, bei denen 15,17 % aller Unfälle den tötlichen Ausgang herbeiführten.

A. Bauart der einzelnen Triebwerksteile.

Der Triebwerksbau ist in Deutschland von je ein Stiefkind des Maschinenbaues gewesen. Einem grossen Teil der gewerblichen Betriebsunternehmer fehlt es namentlich an der wichtigen Erkenntnis, dass sich Betriebsersparnisse nicht nur an Maschinen und Kesseln, sondern auch an Triebwerken erzielen lassen. Schlecht ausgeführte Wellenleitungsanlagen verursachen häufige Betriebsstörungen, die mit Ärger und Kosten verbunden sind, verbrauchen hohe Kraft zum Selbstbetriebe und schädigen durch ihren unruhigen Gang Maschinen und Gebäudeteile. Namentlich bei Neuanlagen sollte man daher schon aus ökonomischen Gründen die Anlage der Wellenleitung getrennt von der übrigen Maschinenanlage den für Triebwerksbau besonders eingerichteten Spezialfabriken übertragen.

Von einer gut ausgeführten Wellenleitungsanlage kann man in konstruktiver Hinsicht verlangen, dass sie betriebssicher sei, sich sicher und schnell einbauen lasse, geräuschlos laufe, möglichst wenig Kraft verbrauche und sparsam im Verbrauch von Schmier- und Putzstoffen sei. Insbesondere müssen:

die Wellen genau rund und gerade,
die Riemscheiben leicht, geteilt und in sich ausgewuchtet,
die Riemverbindungen fest und leicht lösbar sein;
die Drahtseilscheiben müssen mit Hirnfütterung, die Hanfseilscheiben mit gefrästen Seilrillen ausgestattet und beide gegen seitliches Schwanken genau gerichtet und ausgewuchtet sein;
die Zahngetriebe müssen mit geschnittenen Zähnen versehen und
die Kupplungen leicht lösbar und ohne Stoss einrückbar sein;
die Lager endlich müssen in den Schalen Kugelbewegung haben und selbstthätige Schmiervorrichtung erhalten.

Vom Stande der Unfallverhütung aus sind an eine gute Wellenleitungsanlage folgende Bedingungen zu stellen. Sie muss:

die Sicherheit des Betriebes gewährleisten,
für das Arbeiterpersonal möglichst wenig Gefahr bieten,
die bewegten Maschinenteile müssen möglichst glatt und ohne hervorstehende Teile, die Wellen genau rund und hoch poliert sein,

die eingeschalteten Ausrückvorrichtungen müssen bequem erreichbar, leicht ausrückbar und jederzeit sicher wirksam,

die Schutzvorrichtungen müssen zweckentsprechend konstruiert, dauerhaft, von der Willkür des Arbeiters unabhängig, und endlich muss

die Bedienung sich auf ein Mindestmaass und auf die Ruhepausen beschränken lassen.

Wenngleich der Hauptzweck dieser Abhandlung ist, eine Anleitung zu geben, wie die gefahrbringenden Triebwerksteile gefahrlos gestaltet und gefahrlos bedient werden können, lässt es sich doch nicht vermeiden, hierbei des besseren Verständnisses wegen auf die Bauart der einzelnen Triebwerksteile kurz einzugehen.

a. Triebwellen und Wellenverbindungen.

Die Triebwellen haben den Zweck, die von der Betriebsmaschine erzeugte Kraft aufzunehmen, zu teilen und an die Arbeitsmaschinen weiterzugeben. Zur Kraftübertragung selbst dienen gewöhnlich Riemen oder Seile, seltener Rädertriebe. Die Geschwindigkeit der Hauptwellenleitung schwankt zwischen 100 bis 200, die der Nebenwellenleitung zwischen 200 bis 400 Umdrehungen in der Minute. Lange Wellenleitungen werden geteilt hergestellt und die einzelnen Teile durch Kupplungen verbunden. Die einzelnen Wellenstränge haben gewöhnlich eine Länge von 5 bis 6 m. Wellen über 8 m oder unter 2 m Länge sind selten. Zur Vermeidung toter Gewichte in den Wellenleitungen können die der Hauptantriebsscheibe entfernter gelegenen Wellenstränge nach und nach schwächer werden, da am Ende einer langen Wellenleitung in der Regel weniger Kraft zu übertragen ist als am Anfange derselben. Jeder einzelne Wellenteil muss mit mindestens zwei Stellringen versehen sein, um die seitliche Verschiebung der Welle zu verhindern. Am passendsten werden die Stellringe zu beiden Seiten eines Lagers, und wo dies nicht angängig ist, zwischen zwei benachbarten Lagern angebracht; hierbei ist jedoch auf die Längenausdehnung des Wellenstranges durch die Wärme Rücksicht zu nehmen.

Die Triebwellen werden gewöhnlich aus Schmiedeeisen hergestellt. Auf „Kaliber gewalzte" Wellen sind ihrer unrunden Gestaltung wegen nicht zu empfehlen, dagegen dürften die „komprimierten" Wellen aus Siemens-Martin-Stahl und die Mannesmann'schen „hohlen Wellen" sich ihres geringen Gewichtes wegen bald Eingang verschaffen. Kantige Wellen erhöhen die Unfallgefahr ganz ausserordentlich und sind deshalb zu meiden. Vom Stande der Unfallverhütung aus muss von jeder Be-

triebswelle verlangt werden, dass sie nicht nur vollkommen rund, sondern auch hoch poliert sei.

Die Verbindung der einzelnen Wellenenden erfolgt durch Kupplungen, die Kraftübertragung von einer Betriebswelle auf die andere durch Riem- oder Rädertriebe. An den Hauptantriebsstellen müssen die Triebwellen zu beiden Seiten der Riemscheiben, Zahnräder und Kupplungen bei minder wichtigen Kraftabgabestellen so kurz als möglich durch Wellenlager gehalten werden, um einem Durchbiegen oder Schlagen der Wellen vorzubeugen.

Die Befestigung der Riem- und Seilscheiben, der Zahnräder und Kupplungen auf die Triebwellen erfolgt in der Regel mittels Stahlkeilen. Diese wirken entweder nur durch Reibung, d. h. ohne Nut in der Welle, oder als Feder, indem sie mehr oder weniger in eine Nut der Welle eingreifen. Dementsprechend unterscheidet man Hohl-, Flach- und Nutenkeile. Zur Befestigung von Kupplungen und Zahnrädern sowie bei Übertragung grosser Kräfte wendet man gewöhnlich Nutenkeile an. Bei kleinen und stossfreien Kraftübertragungen sind Flachkeile, welche die Welle nur wenig anschneiden, oder Hohlkeile, welche diese gar nicht schwächen, zu empfehlen. Die früher fast ausschliesslich in Gebrauch befindlichen Nasenkeile werden ihrer hohen Unfallgefahr wegen in neuerer Zeit von den besseren Maschinenfabriken überhaupt nicht mehr angefertigt.

b. Zahnräder, Riem- und Seilscheiben.

Bauart und Herstellungsweise dieser Triebwerksteile stehen mit der Unfallverhütung nur in losem Zusammenhang, weshalb von einer näheren Beschreibung derselben hier Abstand genommen werden kann.

Die Zahnräder dienen zur Kraftübertragung von einer Welle auf die andere bei nicht zu grossem Achsenabstande. Sind die Wellenachsen parallel, so werden Stirnräder, stehen sie winklig zu einander, Kegelräder angewandt. Um einen möglichst ruhigen, gleichförmigen Gang zu erzielen, müssen die Zähne der Räder „geschnitten", d. h. auf besonderen Räderschneidemaschinen hergestellt sein. Zahnräder mit unbearbeiteten Zähnen, wie solche früher allgemein gebräuchlich waren, sind zu vermeiden, da die Ungenauigkeiten in der Teilung und Zahnform leicht zu Brüchen und Betriebsstörungen Anlass geben.

Die Riemscheiben dienen zur Kraftübertragung von einer Welle auf die andere bei grösserem Wellenabstande. Sie werden in der Regel aus Gusseisen, selten aus Schmiedeisen hergestellt; für hohe Umdrehungszahlen sind jedoch schmiedeiserne Riemscheiben mit gusseiserner Nabe gebräuchlich. Um das Schleudern der Riemscheiben zu verhindern,

müssen dieselben genau abgedreht und sorgfältig ausgewuchtet sein, selbstverständlich dürfen sie auch nicht schief aufgekeilt oder windschief gegen einander gestellt sein.

Damit Mitte Riem stets auf Mitte Scheibe läuft, muss der Scheibenkranz schwach gewölbt, d. h. „ballig" gedreht sein; für Scheiben, auf denen der Riem seitlich verschoben werden soll, gilt dies nicht. Danach sind also die Fest- und Losscheiben ballig, die Gegenscheiben hierzu stets mit gerader Lauffläche zu drehen. Um das Rutschen des Riems auf den Scheiben zu vermeiden, müssen die Scheibenkränze glatt gedreht und poliert sein. Für die Übertragung grösserer Kräfte oder bei hoher Umdrehungszahl hat sich das Belegen der Scheibe mit Holz, Leder oder die Herstellung des Kranzes aus gepresster Papiermasse, Holzstoff u. dergl. als zweckmässig erwiesen. Dagegen ist das früher allgemein gebräuchliche Mittel, das Streuen pulverisierten Kolophoniums zwischen Scheibe und Riem, zu widerraten, da hierdurch die Haltbarkeit des Riems leidet und die durch das Reissen des Riems bedingte Unfallgefahr vermehrt wird. Die Losscheiben laufen entweder direkt auf der Welle oder auf einer an dieser befestigten Buchse. Im ersteren Falle ist zur Verhinderung des Fortwanderns ein Stellring erforderlich, im letzteren Falle nicht. Diese Anordnung ist der ersteren vorzuziehen, da einerseits die Welle geschont, andererseits durch das Fehlen des Stellringes die durch diesen bedingte Unfallgefahr vermieden wird. In jedem Falle müssen die Losscheiben mit einer gut funktionierenden Schmiervorrichtung versehen sein (vergl. S. 559 ff.). Die Riemscheiben werden geteilt und ungeteilt angefertigt. Erstere Bauart ist die weniger gebräuchliche, weil sie teuerer und nur für kleinere Kraftübertragungen anwendbar ist. Vom Stande der Unfallverhütung ist sie der ungeteilten Bauart vorzuziehen. Bei dieser werden die Festscheiben gewöhnlich mittels Nut und Keil auf der Welle befestigt; in neuerer Zeit kommen häufiger „Keilbüchsen" und „Klemmkupplungen" zur Verwendung.

Hanfseiltriebe werden in der Regel zur Übertragung grosser Kräfte in geschlossenen Räumen verwendet. Da durch ein einzelnes Hanfseil selbst bei hoher Geschwindigkeit nur eine verhältnismässig geringe Kraft übertragen werden kann, werden die Hanfseilscheiben stets für mehrere neben einander liegende Seile hergestellt. Zur Erzeugung der nötigen Reibung für die kraftübertragenden Seile werden die Seilrillen der Scheiben konisch geformt, und zwar so, dass das Seil den Rillenboden selbst nicht berührt. Den Keilwinkel richtig zu wählen, ist von grösster Wichtigkeit, da sonst das Seil gleitet oder sich durch Festklemmen leicht verschleisst. Gewöhnlich liegt der Keilwinkel zwischen

40° und 45°. Die Hanfseilscheiben werden aus Gusseisen, je nach Wunsch geteilt und ungeteilt, hergestellt. Die Auswuchtung der Seilscheiben muss eine besonders sorgfältige sein.

Drahtseiltriebe eignen sich zur Kraftübertragung auf grosse Entfernungen im Freien. Der Seilscheibenabstand wechselt zwischen 15 und 120 m. Drahtseilscheiben unter 1000 mm Durchmesser werden gewöhnlich ganz aus Gusseisen, darüber mit schmiedeeisernen Armen zwischen gusseisernem Kranz und gusseiserner Nabe hergestellt. Bis zu 2800 mm Durchmesser werden die Scheiben geteilt oder ungeteilt, darüber aber, der besseren Hantierung wegen, stets geteilt ausgeführt. Die Drahtseilscheiben sind gewöhnlich einrillig, selten zweirillig. Die Seilrillen werden entweder sorgfältig ausgedreht und poliert oder ausgefüttert; letzteres Verfahren ist zur Verminderung von Seilbrüchen empfehlenswert. Von allen bisher angewandten Futterstoffen hat sich Hirnleder am besten bewährt.

Die Befestigung der Hanf- und Drahtseilscheiben auf der Welle geschieht je nach der Grösse der Kraftübertragung mittels Flach- oder Nutenkeil. Bei geteilten Scheiben genügt für geringere Kraftübertragungen auch das Festklemmen auf der Welle durch die Verbindungsschrauben der Seilscheibenhälften.

c. Wellenlager und Schmiervorrichtungen.

Wellenlager. Der richtige Einbau der Wellen in die Wellenlager ist für die Herstellung einer Triebwerksanlage von höchster Wichtigkeit; insbesondere ist hierbei auf die gesicherte Befestigung der Lagerböcke und bequeme Auswechselung der Lagerschalen Rücksicht zu nehmen.

Vom Stande der Unfallverhütung muss verlangt werden, dass:

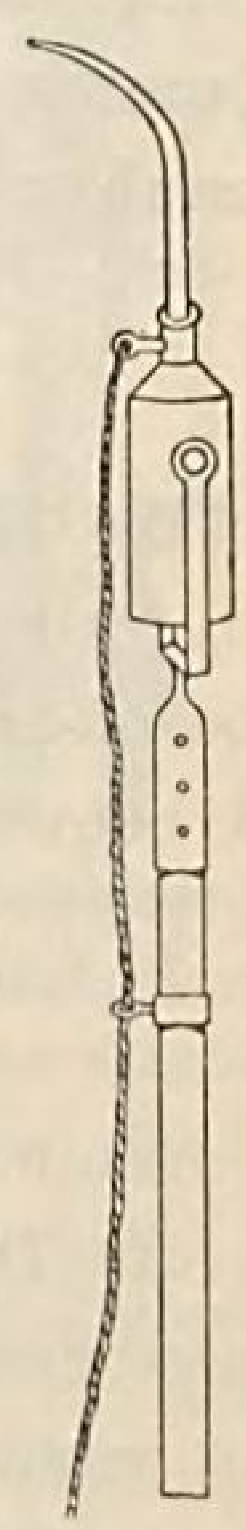
- das Schmiermaterial der Welle in genügender Menge und zuverlässig wirkend zugeführt wird;
- die Schmierzufuhr stets ruht, wenn der Wellenzapfen stillsteht;
- das Schmiermittel, nachdem es gewirkt hat, nicht verloren geht und die Umgebung verunreinigt, namentlich nicht den Fussboden glitscherig und gefahrbringend macht;
- die Bewartung des Lagers einfach ist und weder besondere Ansprüche an die Geschicklichkeit noch an die Gewissenhaftigkeit des Wärters voraussetzt;
- das Lager so angebracht ist, dass man sich jederzeit und leicht vom ordnungsmässigen Zustande desselben überzeugen kann.

Konstruktion und Befestigungsart der Wellenlager sind so mannichfach und verschiedenartig, dass wir es uns versagen müssen, hierauf

auch nur im allgemeinen einzugehen. Es kann dies um so unbedenklicher geschehen, als Konstruktion und Befestigungsart der feststehenden Wellenlager an und für sich Anlass zu Betriebsunfällen nicht bieten. Erwähnt sei nur, dass im neueren Triebwerksbau in der Hauptsache das Sellers-Lager mit Kugelgelenk und Ölfänger zur Verwendung kommt und dass die weitere Ausgestaltung der Lagerkonstruktionen seitens der Triebwerksbauanstalten gegenwärtig mit Eifer betrieben wird.

Schmiervorrichtungen für Wellenlager. Dem Schmieren bewegter Maschinenteile wird namentlich seitens der Betriebsleiter vielfach eine viel zu geringe Bedeutung beigemessen, obgleich es ein alter Erfahrungssatz ist, dass es für die Betriebsökonomie ebenso wichtig ist, richtig zu schmieren als richtig zu heizen. Aber auch die Unfallverhütung hat ein gleich grosses Interesse an der weiteren Ausgestalung zweckentsprechender Schmiervorrichtungen. Durch die Einführung selbstthätiger Schmiervorrichtungen, der Zentralschmierung sowie der Starrschmiere sind der Unfallverhütung wesentliche Vorteile erwachsen. Die ersteren haben die gefährliche Bedienung der Wellenlager, sowie den Gebrauch der Triebwerksleitern vermindert und die Zahl der damit zusammenhängenden Unfälle zum Sinken gebracht, während die Starrschmiere die früher durch Ausgleiten auf ölbespritztem Fussboden hervorgerufenen Unfälle vollständig beseitigt hat. Immerhin bleiben noch genug durch die Wartung der Wellenleitung veranlasste Unfälle übrig, die den weiteren Ausbau der Schmiervorrichtungen im Interesse der Unfallverhütung wünschenswert erscheinen lassen.

Fig. 352.



Schwingende Ölkanne.

1. Vorrichtungen für flüssige Schmiermittel. Die einfachste und unmittelbarste Art zu schmieren ist das Schmieren mittels Ölkanne.

Um Ölverluste beim Umfallen der Kannen zu verhüten, werden letztere häufig mit verschraubbarer Füllöffnung und mit Ventilverschluss versehen. Derartige Kannen wirken insofern unfallverhütend, als sie das Verschütten grösserer Ölmengen und die dadurch bedingte Gefahr des Ausgleitens beseitigen. Den gleichen Zweck erfüllen die sogenannten Stehaufkannen und die Ölkannen mit federndem Boden.

Alle diese Ölkannen sind indess für die direkte Schmierung bewegter Triebwerke nicht zu empfehlen, sie schmieren ungleichmässig und bedingen erhebliche Gefahr für den schmierenden Arbeiter. Passendere Verwendung finden sie zum Füllen der S. 550 ff. beschriebenen selbstthätigen Schmiergefässe. Lassen sich letztere nicht anbringen oder muss im Notfalle stark geölt werden, so verwende man Ölkannen mit langen Ausgussröhren (Tillen). Für hochgelegene Wellenlager empfiehlt sich auch die

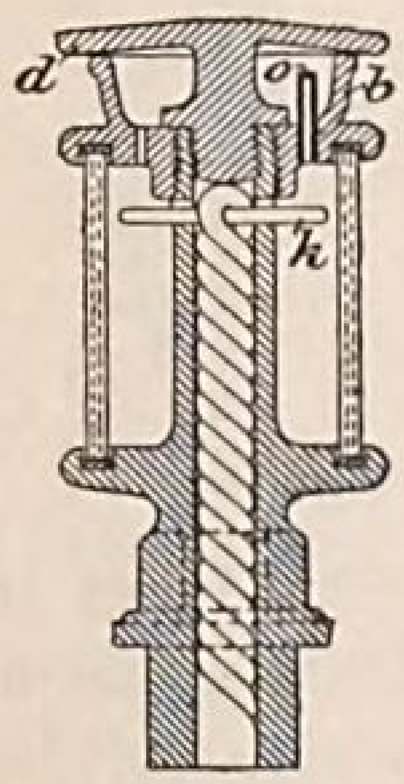
Anwendung schwingender Ölkannen (Fig. 352, S. 549) mit möglichst langer Tille, die das gefährliche Besteigen von Triebwerksleitern in vielen Fällen entbehrlich machen. Zur Schmierung bewegter Gleitflächen und Zahnrädertriebe lassen sich nach Bachofner in Zwickau (D. R.-P. 60 621) die gewöhnlichen Schmierkannen dadurch gefahrlos gestalten, dass auf das äusserste Ende der Tille eine zweite Ausflussöffnung geschraubt wird, die ihren Inhalt in ein breites Borstenbündel ergiesst.

Dochtschmiergefässe. Die älteste selbstthätige Ölzuführung ist die durch Dochte. Das Verfahren ist wahrscheinlich den Öllampen nachgebildet und war bereits bei den ältesten Maschinen üblich.

Die praktischen Vorzüge, welche die Dochtschmierung gegenüber den anderen Schmierarten besitzt, sind folgende: Der Docht reinigt das Öl; die Ölzuführung ist gleichmässig, versagt selten und kann je nach Bedarf leicht verstellt werden; sie ist nämlich direkt proportional der Dochtstärke und der Quadratwurzel des Unterschiedes der Höhenlage zwischen den beiden Dochtenden. Wird das längere Dochtende heraufgezogen, so hört der Ölabfluss ganz auf, was bei Stillstand der Triebwerke von Wert ist.

Bei unbequem gelegenen Lagern wird das Heraufziehen der Dochte nicht selten unterlassen, wodurch Ölverluste und Verunreinigungen entstehen. Diese Missstände sucht das von Knövenagel konstruierte Dochtschmiergefäss (Fig. 353) für bewegte Lager zu vermeiden. Beim Stillstand des Triebwerks reicht der Ölspiegel nicht bis zum Stift k, die Schmierung ist alsdann unterbrochen. Bewegt sich der zu schmierende Maschinenteil, so tritt Öl an den Stift k und wird durch diesen dem Dochte zugeführt. Die zylindrischen Glaswände des Gefässes gestatten die Beobachtung der Ölzufuhr. Die Füllung erfolgt von der Ringschale b aus, welche bei o ein Luftloch hat, das während des Betriebes durch den Deckel d geschlossen wird.

Fig. 353.



Dochtschmiergefäss von Knövenagel.

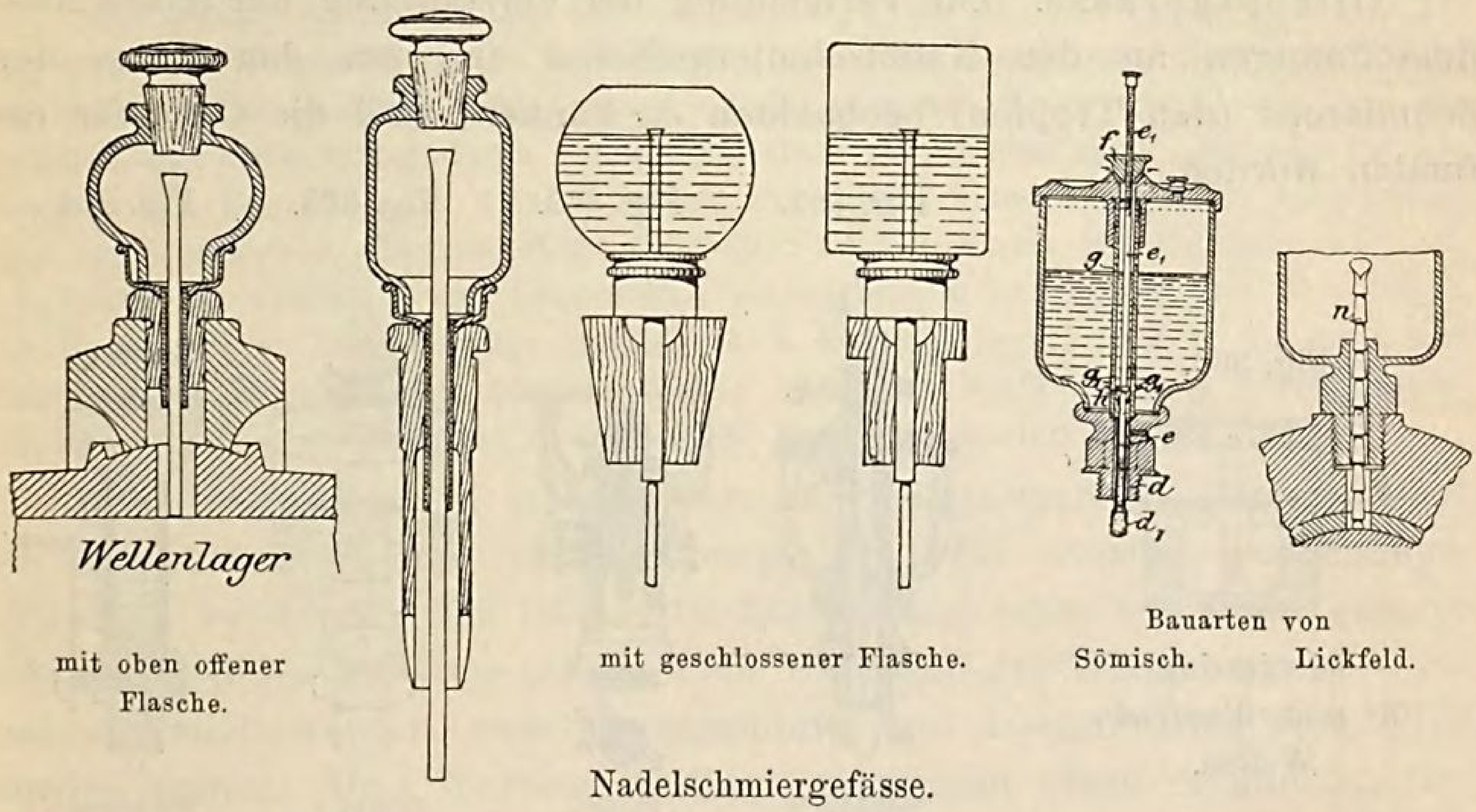
Die Dochtschmierbüchsen sind entweder den Lagerkörpern angegossen oder auf diesen leicht abnehmbar befestigt; letztere Art ist der bequemeren Füllung und Regulierung wegen vorzuziehen.

Allen Dochtschmiergefässen wird mit Recht der Vorwurf gemacht, dass die Dochte leicht verfilzen oder verharzen, dass das in der Dochtbüchse zurückbleibende schmutzige Öl zur weiteren Schmierung nicht mehr verwendet werden kann und dass bei jedem neuen Auffüllen Ölmengen leicht übergegossen werden können. Die verloren gehenden Mengen verunreinigen alsdann Maschinenteile und Fussboden, und machen letzteren gefahrvoll. Als unfallsicher kann daher die Dochtschmierung nicht empfohlen werden.

Nadelschmiergefässe. Für umlaufende Zapfen und Wellen haben die Nadelschmiergefässe ausgebreitete Verwendung gefunden; sie sind billiger, schmieren ökonomischer und bieten weniger Anlass zu Unfällen als Schmierkannen und Dochtgefässe.

Die Nadelschmiergefässe bestehen aus einer umgekehrten Flasche, deren Holzkorken durchlocht ist; im Korkenloch, das durch eine kleine Messingbuchse ausgefüttert ist, steckt lose eine Nadel, die bis zur Welle herabreicht (Fig. 354 bis 359). Beim Gange des Triebwerks treten infolge der Erschütterungen der Nadel Luftblasen in den Ölbehälter, steigen in demselben auf und bewirken das Herabfliessen von Öltropfen längs der Nadel. Die Schmierfähigkeit der Nadelgefässe kann gesteigert werden durch Einsetzen einer dünneren Nadel und wird vermindert durch Einschalten von Widerständen, indem man die Nadel mit Gewinde oder Einkerbungen versieht.

Fig. 354. Fig. 355. Fig. 356. Fig. 357. Fig. 358. Fig. 359.



mit oben offener Flasche. — mit geschlossener Flasche. — Bauarten von Sömisch. Lickfeld.

Nadelschmiergefässe.

Die mit Stöpselverschluss versehenen Flaschen (Fig. 354 und 355) eignen sich für solche Lager, die aus irgend einem Grunde zeitweise reichlich geschmiert werden sollen. Lüftet man nämlich den Stöpsel etwas, so tritt von aussen Luft ein, und diese beschleunigt den Ölabfluss. Durch Festdrücken des Stöpsels wird die Beschleunigung wieder aufgehoben. Bei den Schmiergefässen mit oben zugegossener Flasche (Fig. 356 und 357) ist eine derartige Ölregulierung nicht möglich. Das Lüften und Schliessen bewirkt selbstthätig das Sicherheitsschmiergefäss von Sömisch (D. R.-P. 60611). Die auf dem Zapfen ruhende, hohle Schmiernadel dd_1 (Fig. 358) enthält eine Flüssigkeit, die sich beim Warmlaufen der Welle ausdehnt und mittels Kolben ee_1 das Luftventil f des annähernd luftdicht geschlossenen Gefässes öffnet. Ausserdem kann auf e_1 noch ein Kolbenschieber h angebracht werden, der durch die Öffnung der Schlitze g_1 des Rohres g gleichfalls eine reichlichere Schmierung für den Notfall veranlasst. Diese Schmiervorrichtung ist für Wellen, die zum Warmgehen neigen und hochgelegen sind, empfehlenswert; sie vermindert den Gebrauch von Leitern.

Will man etwas dickflüssiges und nicht gut gereinigtes Öl anwenden, so empfiehlt sich die Nadelschmierbüchse von Lickfeld in Hannover (D. R.-P. 59679). Diese trägt statt der glatten Nadel eine solche mit stufenförmigen Einkerbungen, in denen sich die Unreinigkeiten, ohne den Durchgang zu verstopfen, ablagern sollen (Fig. 359). Auch schieben die Stufenkanten bei den Erschütterungen der Nadel das Öl selbst dann mechanisch fort, wenn dieses durch Kälte oder dergl. dickflüssig geworden ist.

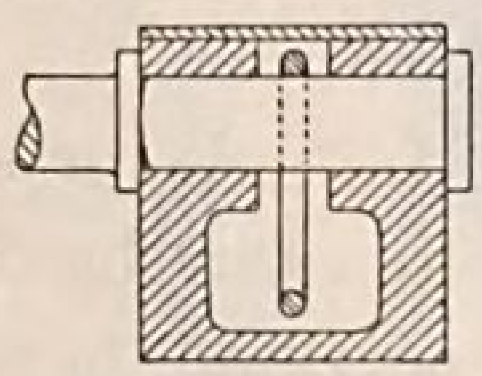
Um das Einschneiden der Welle durch den immerwährenden Druck der Nadel zu

verringern oder ganz zu verhüten, fertigt man die Nadel aus weichem Kupfer oder hebt ihr Gewicht im Gefässinnern durch Spiralfedern oder dergl. auf.

Fig. 360 zeigt eine für schnelllaufende Wellen sehr praktische und gefahrlose Schmiervorrichtung mittels Schmierring; sie hat namentlich bei Dynamomaschinen schnell Eingang gefunden. Das Lager ist in der Mitte unterbrochen; an dieser Stelle hängt auf der Welle ein starker, hochpolierter Metallring, der mit seinem unteren Teil in das Öl des Ölbehälters taucht. Bei der Wellenbewegung rollt der Ring auf der Welle und führt das an ihm haftende Öl der Lagerstelle zu. Beim Stillstand des Triebwerks tritt die Vorrichtung selbstthätig ausser Wirksamkeit.

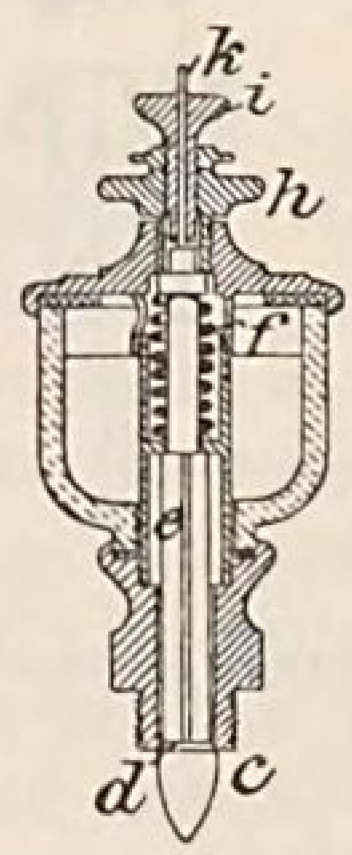
Öltropfgefässe. Zur Vermeidung der Verstaubung der feinen Ausflussöffnungen an den Nadelschmiergefässen und um das Maass des Schmierens (den Tropfen) beobachten zu können, sind die Öltropfer erfunden worden.

Fig. 360.



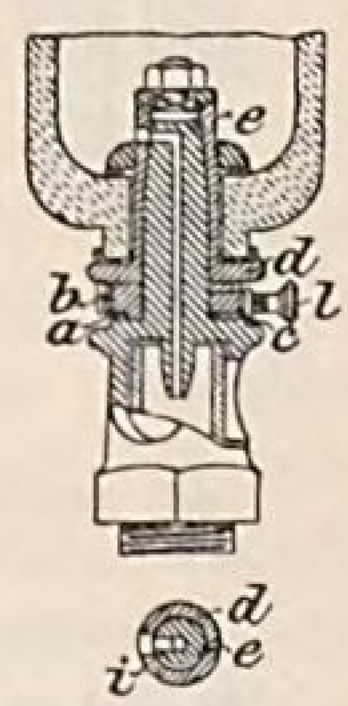
Schmierring für schnelllaufende Wellen.

Fig. 361.



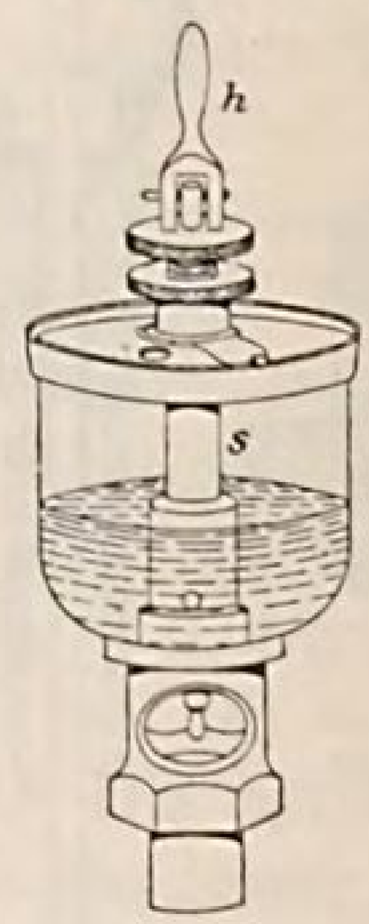
Schäffer's

Fig. 362.



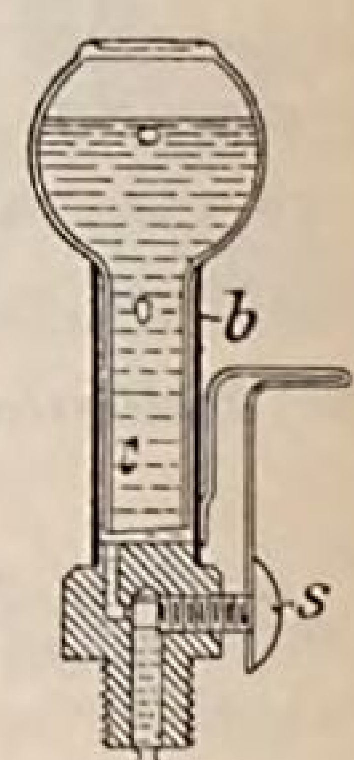
Polte's

Fig. 363.



Crosby's

Fig. 364.



Wildemann's

Öltropfgefässe.

Am bekanntesten ist die Öltropfschmierbüchse von Schäffer (D. R.-P. 45341), die in Fig. 361 dargestellt ist. Am unteren Ende des Abflussrohres ist ein Kegelventil c angebracht, das durch die Spiralfeder f belastet wird. Das genaue Einstellen der Tropfen wird durch die Schraube i bewirkt, die aus dem Gefässdeckel h heraustritt und mit der unteren Fläche auf den mit Ventil d verbundenen Stift e drückt. Nach unten hat der Ventilkegel einen mit Gewinde versehenen, eichelförmigen Ansatz d, von dem das Öl tropfenweise abläuft. Zur Beobachtung des Abtropfens ist in die durchbrochene Rohrwandung des Abflussrohrs ein Glaszylinder eingesetzt. Um bei heissgehendem Lager zeitweilig einen stärkeren Ölabfluss erzielen zu können, ist die Mutter der Druckschraube i, die durch die Füllschraube h geht, am unteren Ende unter Belassung eines Bundes zylindrisch abgedreht, so dass sie durch den Stift k nach unten gedrückt werden kann, wobei sich das Ventil c vollständig öffnet und reichliche Mengen Öl durchlässt.

Ähnlich wirken der automatische Öltropfapparat von Schröder und der Patent-Tropföler von Patrik (D. R.-P. 46875). Letzterer verwendet zur Verstellung der Durchgangsöffnung Differenzialschraubengewinde und ermöglicht dadurch eine genaue und sichere Tropfenregulierung.

Den gleichen Zweck sucht Polte in Magdeburg-Sudenburg durch seinen Hahntropföler mit Stellring zu erreichen, den Fig. 362 im Querschnitt zeigt. Am drehbaren Hahngehäuse d ist ein Anschlagstift b und am feststehenden Küken e ein Anschlagstift c befestigt, ausserdem ist auf e ein Stellring a mit der Klemmschraube l angebracht.

Dreht man b links herum bis c, so ist der Hahn geschlossen; dreht man b rechts herum bis l, so lässt die Halbkreisnute i entsprechend ihrem bis Null abnehmenden Querschnitt eine bestimmte Tropfenzahl durch.

Der Crosby-Tropföler (Fig. 363) verfolgt den Zweck, die Abstellung und Wiedereinstellung des auf eine bestimmte Tropfenzahl gestellten Schmierapparats durch einen einfachen Handgriff sicher zu bewirken. Er erreicht dies dadurch, dass er das obere Ende der Ventilspindel an einen unten gabelförmig und exzentrisch gestalteten Handhebel h hängt. Wird dieser niedergelegt, so senkt sich die Ventilspindel s, und der Ölzufluss ist vollständig abgesperrt, wird der Hebel wieder aufgerichtet, so wird die Ölung wieder hergestellt, und zwar genau in der oben beschriebenen Weise.

Wesentlich verschieden von den übrigen Tropfölern ist der Präzisionsöltropfapparat von Wildemann (D. R.-P. 44331); ihm liegt das Prinzip einer Sturzflasche zu Grunde. Der Ölabfluss erfolgt unter ständig gleichem Druck der Flasche und die gleichmässige Schmierung durch Einhaltung eines unveränderlichen Abstandes im Abflussgefäss b (Fig. 364). In diesem bewegt sich gleich einem Kolben der zylindrische Hals der Sturzflasche. Der metallene Ölbehälter b ist an einem Metallstutzen befestigt, der seinerseits wieder in den Lagerdeckel eingeschraubt ist, in den das Öl abtropft. Die Regelung der Ausflussmenge erfolgt durch die Regulierschraube s, die auch zum vollständigen Abschluss der Ölzufuhr dienen kann. In Notfällen kann durch Niederdrücken der Flasche von Hand in reichlicher Menge geschmiert werden.

Für Triebwerksteile, insbesondere für hochgelegene Wellenlager sind die Tropfschmierapparate nicht zu empfehlen. Die winzigen Durchgangsöffnungen verstopfen sich leicht, die Regulierung muss von Hand besorgt werden, und die Apparate müssen beim Stillstand der Wellenleitung jedesmal abgestellt werden, wenn Ölvergeudung und Beschmutzung vermieden werden sollen. Ihre Wartung bedingt ausserdem einen reichlichen Gebrauch der gefahrbringenden Triebwerksleitern.

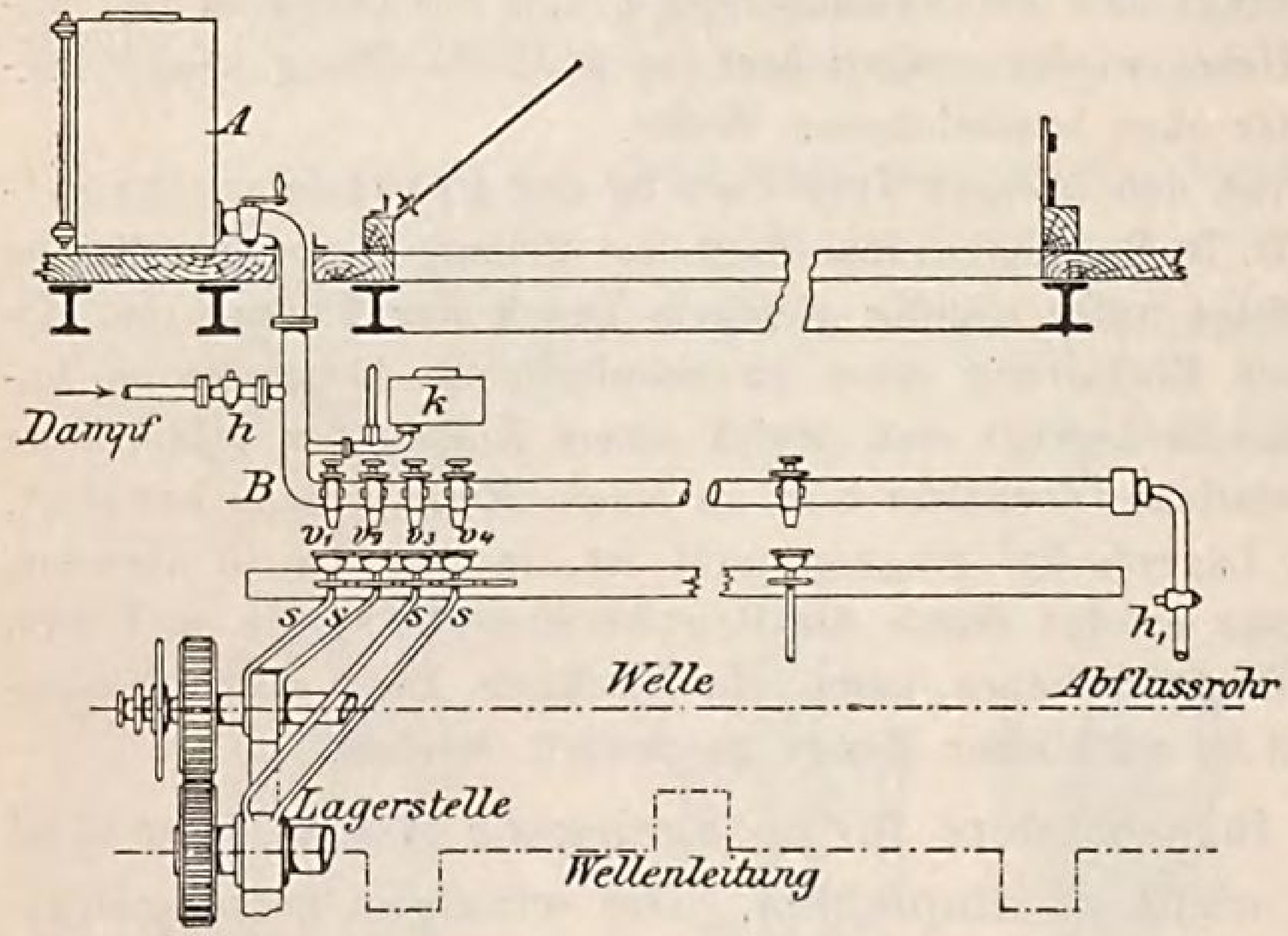
Zentralschmierung. Am vollkommensten entsprechen den Zwecken der Gewerbehygiene diejenigen selbstthätigen Schmiereinrichtungen, die das Schmieren der Lager einer ganzen Wellenleitungsanlage von einem Punkte aus ermöglichen. Leider werden Zentralschmieranlagen selten ausgeführt; sie sind wenig bekannt und leiden zum Teil noch an ökonomischen und technischen Unvollkommenheiten. Zwei der empfehlenswertesten Ausführungen seien an dieser Stelle mitgeteilt.

Der Zentralschmierapparat von Anderson (Fig. 365, S. 554) besteht aus dem Behälter A von ungefähr 1000 l Inhalt, der über den Triebwerken aufgestellt wird und mit einem Ölstandszeiger versehen ist, und dem Hauptverteilungsrohr B, das von A ausgeht und sich über und längs der Hauptantriebswelle hinzieht. Dieses Rohr ist mit ebenso vielen Tropfventilen vvvv versehen, als es Schmierlöcher für Lagerstellen giebt. Eine gleich grosse Zahl kleiner Trichter ssss, die dicht unter den Ventilen in einer Ebene liegend befestigt sind, münden je in ein besonderes Schmierloch aus. Am Hauptverteilungsrohr B befinden sich ausserdem links der Hahn h zur Reinigung des Hauptrohres mittels Durchblasen von Dampf und am gegenüberliegenden Ende der Hahn h_1 zur vollständigen Entleerung des Rohres. Zur Sicherung gegen Explosionsgefahr ist der Dampfeinströmung gegenüber das Sicherheitsventil k eingeschaltet. Die kleinen

Ventile vvvv regulieren den Ölzufluss und laufen je in eine sehr feine Spitze aus, sodass das Öl tropfenweise in die darunter befindlichen Trichter fällt, bezw. den einzelnen Lagerstellen zugeführt wird.

Dieses System ist vom Stande der Unfallverhütung aus ein vorzügliches zu nennen; es beseitigt das Schmieren bewegter Triebwerke und vermindert den Gebrauch der Triebwerksleitern. Auch vom wirtschaftlichen Standpunkte aus hat es viel Bestechendes für sich; es ist leicht zu warten, schützt das Öl vor Verunreinigung und bedingt infolgedessen nur unbedeutende Ölabgänge. Leider ist jedoch der Ölverbrauch grösser als bei der gewöhnlichen Dochtschmierung, und die Ölzufuhr zu den Lagern eine unregelmässige, da sich die feinen Ventilchen leicht verstopfen. Selbst gereinigte Öle setzen nach ihrer Filtration noch Schlamm ab. Infolge dieser Verstopfung müssen die kleinen Ventile häufig geöffnet werden, und es bedarf alsdann einer längeren Reihe von Versuchen, um wieder auf die richtige Tropfenzahl zu kommen.

Fig. 365.

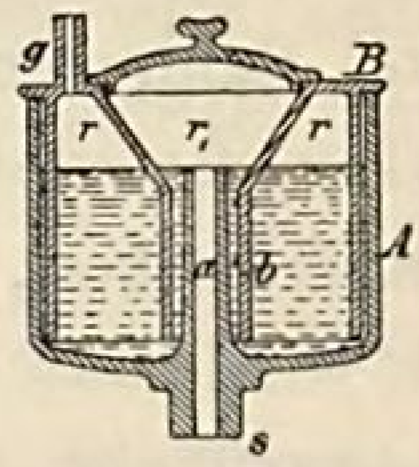


Zentralschmierapparat von Anderson.

Diese Übelstände sucht die pneumatische Zentralschmierung von Hambruch in Berlin (D. R.-P. 45471) dadurch zu beseitigen, dass sie das Öl unter Luftdruck den einzelnen Lagerstellen zuführt. Die Vorrichtung besteht aus den Schmiergefässen, die auf jeder zu schmierenden Lagerstelle befestigt werden, einem in der Maschinenstube aufgestellten und von der Betriebsmaschine betriebenen Luftdruckerzeuger in Gestalt einer kleinen Spiralpumpe, einem den Gang der Schmierung bestimmenden Regulator und einer Röhrenleitung, die sämtliche Schmiergefässe unter einander und diese wieder mit dem gemeinschaftlichen Druckerzeuger verbindet. — Das hier allein abgebildete Schmiergefäss (Fig. 366) besteht aus zwei Zylindergefässen, von denen das eine B in das andere A gestürzt ist, dieses letztere als Deckel schliessend. Die äussere Schale A trägt in der Mitte das Schmierrohr a, unten den Befestigungsstutzen s und dient als Ölbehälter. Die Schale B trägt in der Mitte einen sich nach oben trichterförmig erweiternden Zylinder b, der a lose umschliesst, und taucht mit Spielraum in A ein. Der alsdann luftdicht abgeschlossene, ringförmige Luftraum rr steht durch den Stutzen g mit der Luftröhrenleitung in Verbindung. Wird in dieser Röhrenleitung eine Luftverdichtung erzeugt, so drückt diese den Ölspiegel in rr nieder, das Öl steigt im Rohre b empor und fliesst durch a den Lagern zu. Da diese Röhrchen a sämtlich gleiche Länge haben, so werden, bei gleichbleiben-

der Luftverdichtung, alle Schmiergefässe in ein und derselben Zeit entleert sein, und auch alle Lagerstellen gleiche Schmiermengen erhalten. Um dies zu verhindern, sind die Durchmesser der Schmiergefässe je nach dem Schmierbedarf der Lager grösser oder kleiner. Gewöhnlich sind die Röhrchen a = 60 mm lang und ist der Rauminhalt der Gefässe A auf 1 bis 3 Wochen berechnet; bei 1 Woche = 6 Tagen würde also an jedem Tage ein um $\frac{60}{6} = 10$ mm Ölsäule höherer Luftdruck als am vorhergegangenen Tage in der Leitung zu erzeugen sein. Die Luftverdichtung ist sehr gering und beträgt im Durchschnitt etwa $^1/_{150}$ Atmosphäre Überdruck. Ein Undichtwerden der Leitung ist also nicht zu befürchten, wohl aber bei Leitungen, die durch mehrere verschieden erwärmte Räume geführt werden, eine Beeinflussung der Luftdichtigkeit durch die Luftexpansion. Diesen Übelstand will der Erfinder durch Einschaltung eines zum Patent angemeldeten Regulators beseitigen, der in der Portland-Zementfabrik Germania in Lehrte nach Mitteilungen des Erfinders bei einer Anlage mit etwa 400 einzelnen Schmierbüchsen und einer etwa 250 m langen Rohrleitung zur vollsten Zufriedenheit der Besitzer in Thätigkeit sein soll.

Fig. 366.



Schmiergefäss für die Zentralschmierung von Hambruch.

Vom Standpunkte der Unfallverhütung können weitere Versuche mit derartigen Zentralschmiervorrichtungen nur sehr erwünscht sein, da sie das Schmieren der Lager während des Ganges der Wellenleitung und den Gebrauch von Triebwerksleitern nahezu ganz unnötig machen.

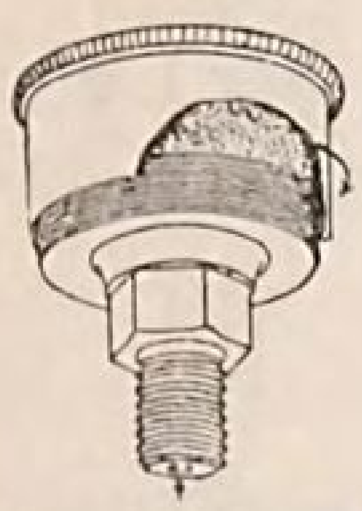
2. Vorrichtungen für Starrschmiere. Gleich den selbstthätigen Schmiervorrichtungen ist die Starrschmiere eine für die Zwecke der Unfallverhütung beachtenswerte Erfindung. Sie vermindert die gefährliche Bedienung der Triebwerkslager, insbesondere den Gebrauch der Triebwerksleitern, und beseitigt die Gefahren, die durch vergossenes oder umhergeschleudertes Öl schlüpfrig gemachte Fussböden bieten, in vollkommenster Weise.

Auch vom wirtschaftlichen Standpunkte verdient die Starrschmiere gleiches Lob. Sie vermindert den Öl- und Putzstoffverbrauch und macht die Beaufsichtigung des Triebwerks billiger. Den Schmierölen gegenüber hat die Starrschmiere den Vorteil, dass sie alle Lücken nach den Gleitflächen ausfüllt und somit dem Staube, dem gefährlichsten Feinde einer erfolgreichen Schmierung, den Zutritt zu den Lagerflächen wehrt. Sie haftet selbst bei schnellster Bewegung an den sich reibenden Flächen, verharrt beim Stillstande des Triebwerks an ihrer Stelle und bewahrt somit den Zustand fertiger Schmierung für unbegrenzte Zeit; sie lässt sich infolgedessen auch zweckmässig für Zentralschmiereinrichtungen verwenden. Die Verwendung der Starrschmiere ist im stetigen Wachsen

begriffen. Die Zahl der Patente auf Schmierbüchsen für Starrschmiere beläuft sich auf Hunderte. An dieser Stelle sollen nur die bekanntesten und wichtigsten kurz zur Mitteilung gelangen.

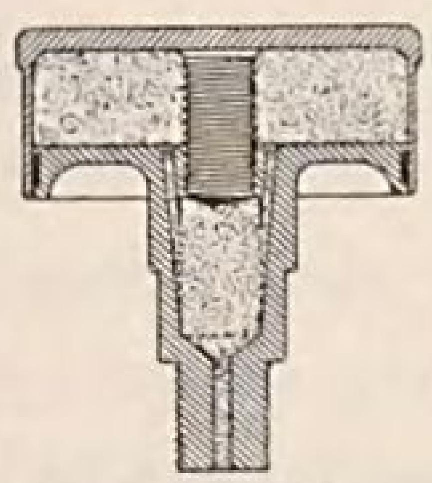
Handschmiervorrichtungen. Die älteste hierhergehörige Vorrichtung ist die Schmierspritze. Das Ausflussrohr derselben muss entsprechend lang und zugespitzt sein, damit das Fett unmittelbar auf die Reibungsflächen gedrückt werden und nicht etwa zwischen Lagerdeckel und Schale geraten kann. Durch Einschalten sog. Zwischenröhrchen lässt sich dies vermeiden. Empfehlenswert sind die Schmierspritzen für direkte Schmierung nicht. Man hat infolgedessen besondere Starrschmierbüchsen konstruiert. Diese bestehen in der Regel aus Zylinder und Kolben, die gegeneinander verschraubt werden können. Hierdurch wird das zwischen beiden befindliche Fett herausgedrückt und der Lagerfläche zugeführt.

Fig. 367.



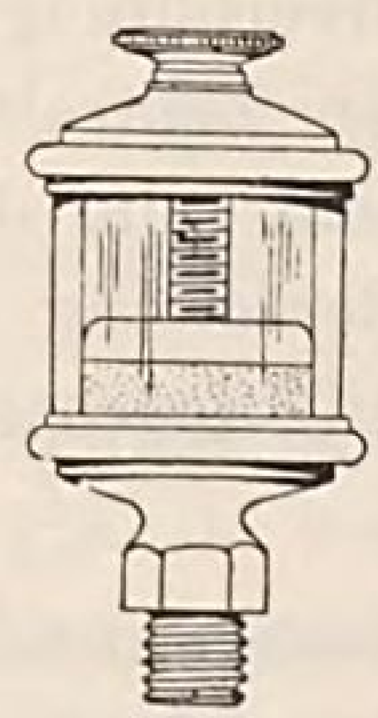
Stauffer's

Fig. 368.



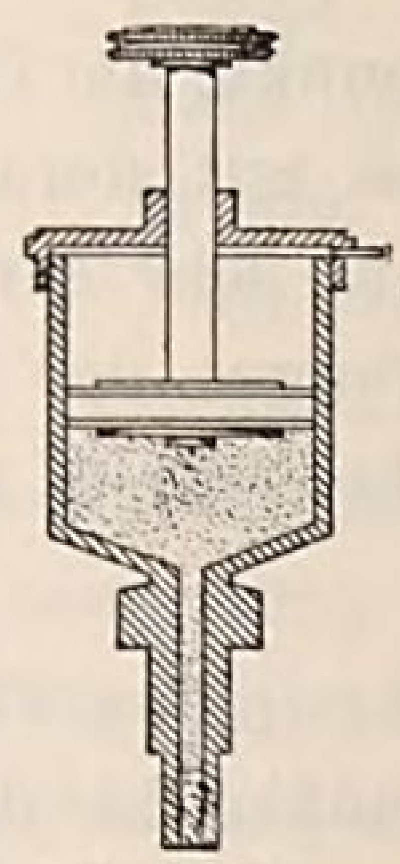
Perfektions-

Fig. 369.



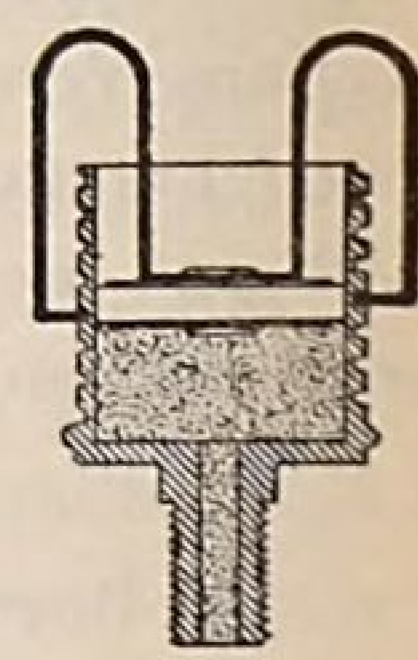
Zweifel's

Fig. 370.



Pintsch's

Fig. 371.



Sonnenthal's

Handschmierbüchsen für Starrschmiere.

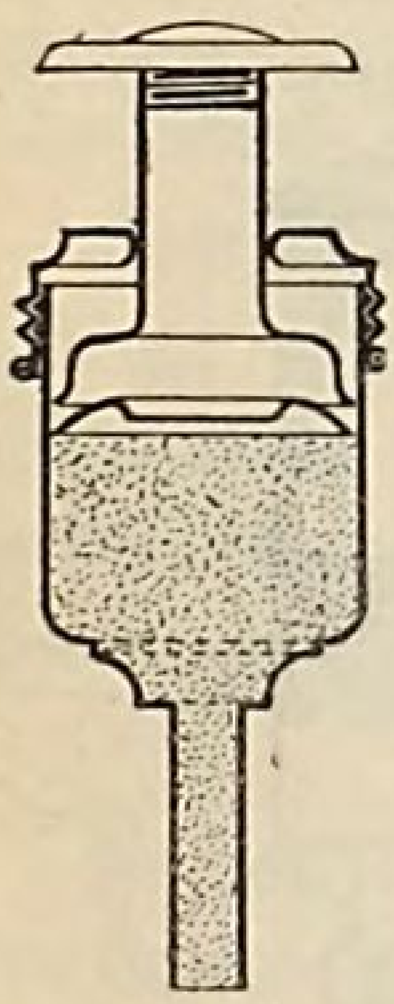
Die weiteste Verbreitung hat die Stauffer'sche Schmierbüchse gefunden. Bei ihr sowie bei der Perfektionsschmierbüchse wird der Zylinder gegen den feststehenden Kolben verschraubt (Fig. 367 und 368). Bei der Zweifel'schen und Pintsch'schen Schmierbüchse dagegen wird der Kolben gegen den feststehenden Zylinder verschraubt (Fig. 369 und 370); der Kolben wird unten durch Rippen gegen Drehung gesichert. Die Stauffer'sche Anordnung ist bequem in der Handhabung, während die beiden anderen Bauarten den Vorteil bieten, dass die aus dem Büchsendeckel ragende Druckschraube zugleich den Stand der Starrschmiere im Apparat angiebt. Die Pintsch'sche Büchse hat ausserdem eine besondere Klinkvorrichtung, die verhütet, dass die Druckschraube im falschen Drehsinne geschraubt werden kann.

Obgleich diese Handschmierbüchsen täglich nur einmal, und zwar gewöhnlich nur um einen Schraubengang vorwärts gedreht zu werden brauchen, bleibt immerhin die Schmierung von der Aufmerksamkeit des Wärters allein abhängig und ist für hochgelegene Schmiervorrichtungen der Gebrauch von Triebwerksleitern nicht zu umgehen. Letzteren Übelstand vermeidet die Schmierbüchse von Sonnenthal in Berlin (Fig. 371). Die Aussenwand des oben offenen Messingzylinders ist mit flachem Schraubengewinde versehen; der Kolben ist an einem Flacheisenbügel befestigt, der im Schrauben-

gewinde verstellbar ist, was bei hochgelegenen Schmierbüchsen mittels Stange oder Haken vom Fussboden aus bewirkt werden kann. Ein Achtel einer Vollumdrehung soll je nach der Wellengeschwindigkeit zur Schmierung für einen Zeitraum von 3 bis 8 Tagen genügen. Am Stande der Schraubenfeder ist der Inhalt des Gefässes erkennbar.

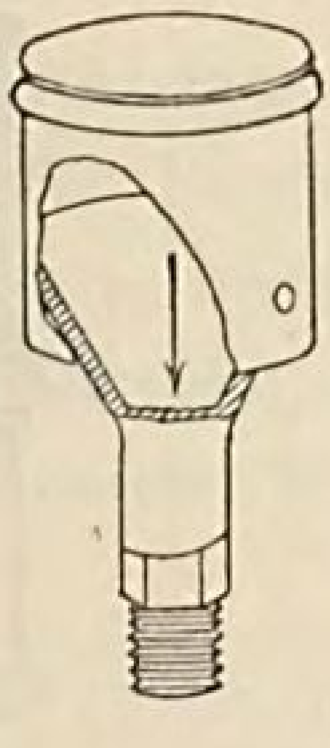
Selbstthätige Schmiervorrichtungen. Das Bestreben, die Überwachung der Lager in grossen Fabriken zu vereinfachen und deren Bedienung vom Willen des Arbeiters möglichst unabhängig zu machen, hat zur Konstruktion der selbstthätigen Schmiervorrichtungen geführt. Vom Stande der Unfallverhütung sind diese Bestrebungen beachtenswert, leider aber lassen die bisher bekannten Bauarten noch manches zu wünschen übrig. Das selbstthätige Nachstellen des Schmierkolbens wird entweder durch Gewichtsbelastung, durch Federkraft oder durch Luftdruck bewirkt.

Fig. 372.



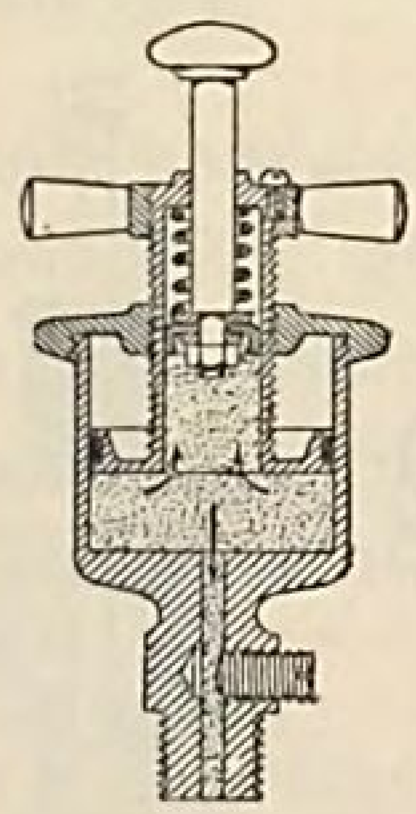
Tovote's

Fig. 373.



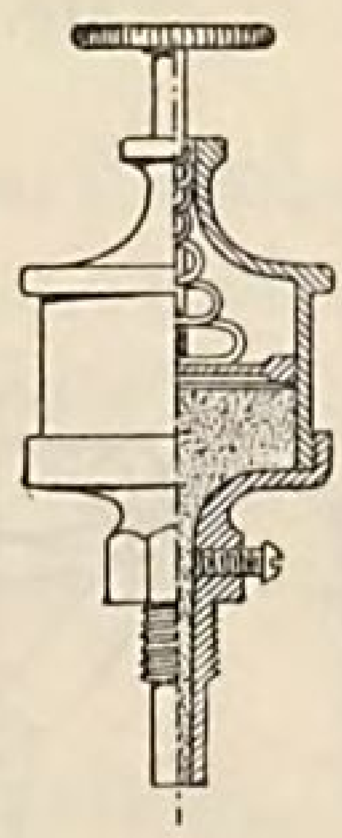
Bauermeister's

Fig. 374.



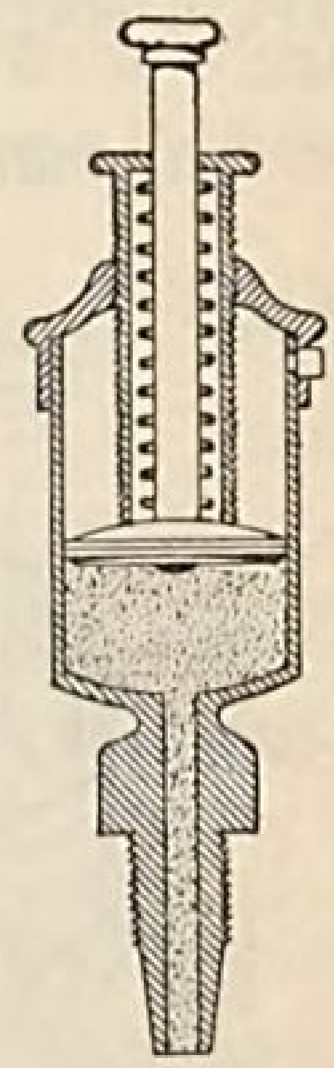
Kombinations-

Fig. 375.



Spangenthal's

Fig. 376.



Ziervogel's

Selbstthätige Schmiervorrichtungen für Starrschmiere.

Nachstellen durch Gewichtsbelastung. Am bekanntesten ist Tovote's Schmierbüchse (Fig. 372). Sie besteht aus einem einfachen Blech-, Messing- oder Glaszylinder, in dem sich ein hohler mit Schrot gefüllter Kolben bewegt, der durch seine Schwere gleichmässig auf die zwischen Kolben und Zylinderboden befindliche Starrschmiere drückt. Je nach der Menge des von der laufenden Welle entnommenen Fettverbrauches sinkt der belastete Kolben selbstthätig, der Lagerstelle stetig neues Fett zuführend. Durch den geschlossenen Deckel des Schmiergefässes tritt eine Kolbenstange, die oben eine rotangestrichene Scheibe trägt, deren Abstand vom Zylinderdeckel den Fettstand anzeigt. Bei den neueren Ausführungen ist der obere Teil der Schmierbüchse durch eine Glasglocke überdeckt, um dem Verstauben des Kolbens vorzubeugen und diesem seine leichte Beweglichkeit zu erhalten. — In ähnlicher Weise sind die von Reisert und Hoffmann konstruierten Schmierbüchsen eingerichtet.

Am einfachsten ist Bauermeister's Patentschmierbüchse gestaltet (Fig. 373). Die oben offene Büchse, welche das Fett aufnimmt, wird auf das Schmierrohr des Lagers aufgeschraubt; sie wird durch einen oben geschlossenen Zylinder überdeckt, dessen Eigengewicht die Starrschmiere dem Lager gleichmässig entgegenpresst.

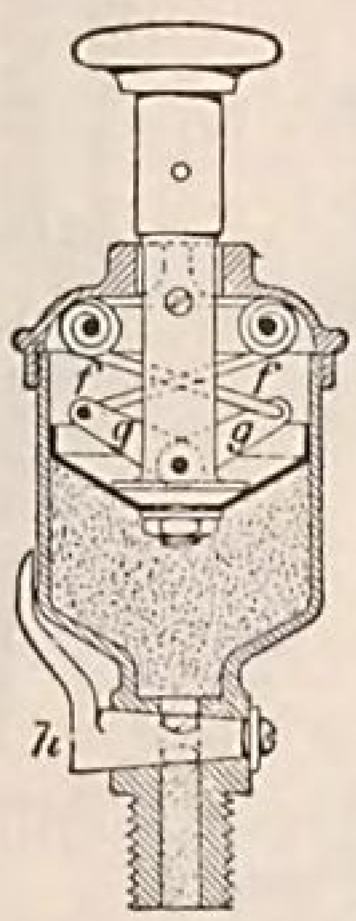
Die sogenannte Kombinationsschmierbüchse (Fig. 374) vereinigt die Stauffer'sche mit der Tovote'schen Schmierbüchse. Durch Nachschrauben von Hand tritt

Fett vom grossen in den „kleineren“ Zylinder, daselbst den hohlen, durch Schrot belasteten Verdrängerkolben k in die Höhe hebend. Diese Kombination hat den Zweck, an dem nunmehr schneller sinkenden kleinen Kolben das richtige Funktionieren der Schmierbüchse besser beurteilen zu können. Statt durch Schrot kann der kleine Kolben auch durch Federdruck belastet werden.

Nachstellen durch Federdruck. Der Universalschmierapparat von Spangenthal (Fig. 375) besteht aus dem oberen Gefäss zur Aufnahme des Fettes mit Kolben, Kolbenstange und Spiralfeder und dem unteren Teil mit Regulierschraube; diese dient zur genauen Einstellung des Fettverbrauches, der von der Wellengeschwindigkeit, der Saaltemperatur und der Dichte des Fettes abhängig ist. Die auf der Kolbenstange festgenietete, gewöhnlich rot angestrichene Signalscheibe macht von aussen den Fettstand im Gefässe sichtbar.

In weiteren Kreisen bekannt ist der Schmierapparat System Ziervogel, dessen Einrichtung nach Vorstehendem ohne Beschreibung aus Fig. 376 ersichtlich ist. In ähnlicher Weise sind die Federschmierbüchsen von Polte, Reisert, Blanke und Patrick eingerichtet.

Fig. 377.



Reisert's

Fig. 378.

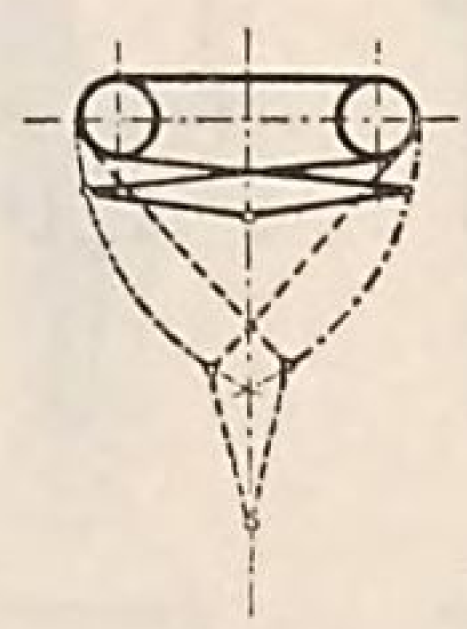
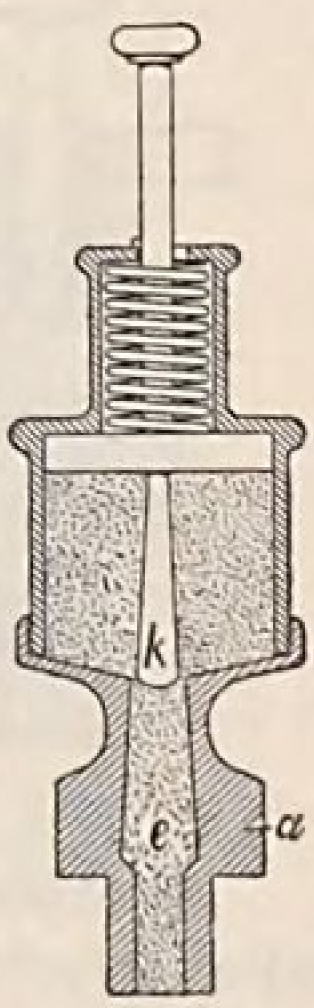
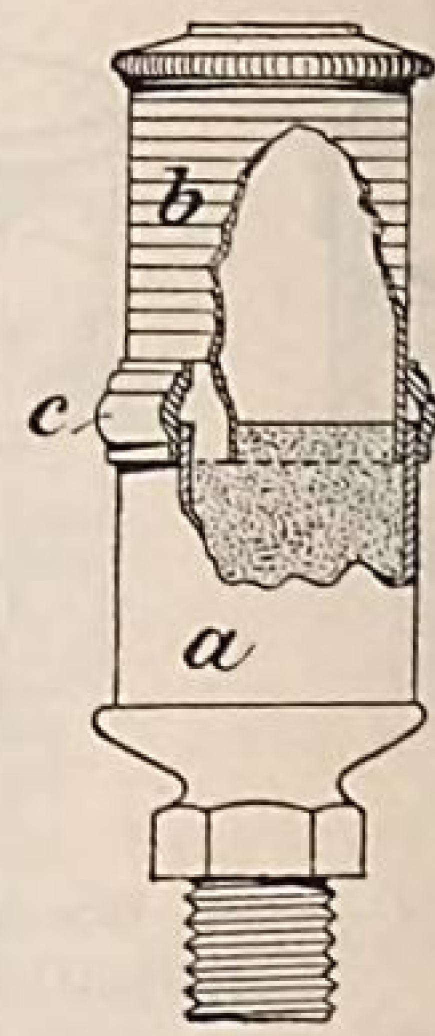


Fig. 379.



Liebig's

Fig. 380.



Polte's

Selbstthätige Schmiervorrichtungen für Starrschmiere.

Alle diese Schmierbüchsen haben den Übelstand, dass bei ganz gefülltem Gefäss die Feder stärker gespannt ist als bei nahezu geleerter Büchse, weshalb im ersteren Falle zu viel, im letzteren zu wenig Starrschmiere der Lagerstelle zugeführt wird. Ziervogel sucht diesen Übelstand dadurch zu beseitigen, dass er die Federhülse zeitweilig weiter in den Büchsendeckel hineinschraubt und dadurch die Feder wieder spannt. Durch dieses Nachstellen von Hand verliert indess der Schmierapparat seinen Hauptvorzug, nämlich den der Selbstthätigkeit. Reisert sucht den gleichbleibenden Druck auf den Kolben durch eine besondere, für Schmierbüchsen etwas zu komplizierte Federkonstruktion zu erreichen (s. Fig. 377). Ist die Büchse voll Fett, so ist die Feder f am stärksten gespannt und stehen die Hebel gg nahezu wagerecht zur Spindel; bei nahezu geleerter Büchse ist die Feder dagegen nur schwach gespannt, und stehen alsdann die Hebel in der Richtung der Kolbenstange (vergl. Fig. 378). Nach dem Parallelogramm der Kräfte steht also der grösseren Federkraft eine geringere Druckkomponente zur Verfügung, die ihrerseits wieder mit abnehmender Federkraft wächst, so dass die wirkliche Druckkraftleistung der Feder bei jedem Kolbenstande

annähernd die gleiche ist. Zur Regulierung der Ausflussmenge in bezug auf Wellengeschwindigkeit und Saaltemperatur dient der Stellhahn h, dessen Stellhebel als Zeiger ausgebildet ist, der auf einer Teilung an der Aussenseite der Schmierbüchse die Weite der Hahnöffnung angiebt.

Einfacher und praktischer erscheint die Federdruckschmierbüchse von Liebig (D. R.-P. 59568). Wie aus Fig. 379 ersichtlich ist, wird der gleichmässige Ausfluss des Schmierstoffes dadurch erreicht, dass mit abnehmendem Federdruck der Durchgangsquerschnitt des Fettes sich erweitert. Unter dem Kolben k ist ein keil- oder kegelförmiger Drosselkörper a befestigt, der beim Sinken des Kolbens in eine entsprechend geformte Erweiterung e des Ausflussrohres tritt.

Nachstellung durch Luftdruck. Am bekanntesten unter den hiergehörigen Konstruktionen ist die pneumatische Schmierbüchse von Polte (Fig. 380). Sie besteht aus zwei Metallzylindern, die in einander gleiten. Als Verbindungsglied dient der auf a geschraubte Stopfbüchsen- und Gleitring c. Der untere Zylinder ist mit Starrschmiere gefüllt, in ihm sinkt der obere, leere Zylinder b durch sein Eigengewicht langsam nieder. Hierbei erleidet die eingeschlossene Luft eine nach und nach vermehrte Pressung, die den erwünschten gleichmässigen Austritt der Fettmasse bewirken soll. Der obere Zylinder ist mit zentrischen Markenstrichen versehen, an denen sich der Fettstand in der Büchse erkennen lässt.

Fast alle selbstthätigen Schmiervorrichtungen für Starrschmiere leiden an nicht genügender Betriebssicherheit, namentlich in stark mit Staub durchsetzten Räumen, bedürfen einer aufmerksamen Überwachung und sind daher für Triebwerke, insbesondere für das Schmieren hochgelegener, schwer zu übersehender Wellenlager nicht besonders empfehlenswert.

3. Schmiervorrichtungen für Leerscheiben. Die besonderen Schmiervorrichtungen für Leerscheiben haben bislang einen durchschlagenden Erfolg nicht zu verzeichnen, insbesondere, wenn man den Beschaffungspreis mit in Rechnung zieht. Als Hauptbedingung für eine brauchbare Schmiervorrichtung für Leerscheiben muss verlangt werden, dass dieselbe während des Ganges der Losscheibe sicher und gleichmässig schmiert und sich beim Stillstande selbstthätig ausschaltet. Ausserdem darf die an der Riemscheibe hervorragende Schmiervorrichtung selbst zu Unfällen keine Veranlassung bieten. Die beste Lösung wird wahrscheinlich die sein, dass die Schmierungsfrage als mit zum Losscheibenbau selbst gehörig betrachtet wird.

Umlaufende Schmiergefässe mit Ölfüllung. Verhältnismässig einfach ist die Versorgung für die mit kurzen Unterbrechungen laufenden Losscheiben. Denselben kann beim An- und Auslauf leicht so viel Schmiere zugeführt werden, dass sie für die Gangzeit hinreichend versorgt sind, wie dies beispielsweise für den Betrieb aller Werkzeugmaschinen zutrifft.

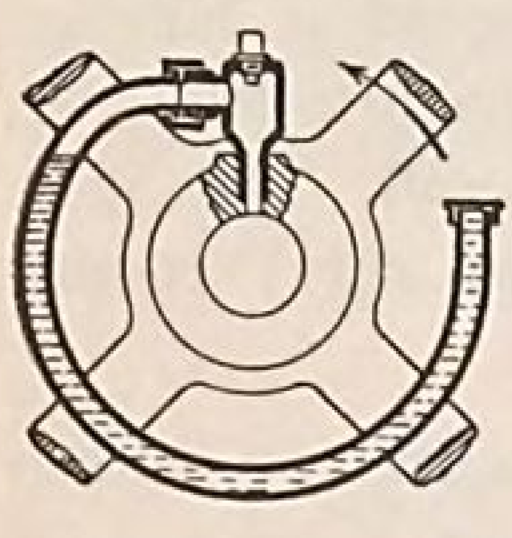
Für Leerscheiben mit längeren Unterbrechungen thut ein auf die Nabe geschraubtes Nadelschmiergefäss (s. Seite 551) recht gute Dienste, indem die Nadel

beim An- und Auslauf Pumpbewegungen ausführt und dadurch den Austritt von Öl beschleunigt sowie Verstopfungen verhütet. Die Ölzufuhr hört thatsächlich, wie beabsichtigt, beim Stillstande der Riemscheibe auf, leider aber auch bei grosser Umlaufgeschwindigkeit. Es fliehen alsdann sowohl Nadel wie Öl so weit wie möglich nach dem Umfange hin und verlassen diese Lage erst wieder, wenn die Zahl der Umläufe sich so weit vermindert, dass die Schwerkraft mehr als die Fliehkraft zur Geltung kommt. — Um Unfälle zu vermeiden, muss das Nadelschmiergefäss aber möglichst nahe den Speichen, am besten zwischen dieselben, gesetzt werden.

Das nur noch selten zur Anwendung kommende Schmierrohr (Fig. 381) ist seiner abstehenden Teile wegen gefahrbringend und daher zu vermeiden.

Empfehlenswert dagegen ist der von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft eingeführte Schmierring (Fig. 382 und 383), der auf die Riemscheibennabe fest und dicht aufgezogen wird. Er enthält drei durch Querwände b gebildete Abteilungen, welche nur durch kleine Öffnungen mit einander in Verbindung stehen. In der Verlängerung einer jeden Scheidewand ist die Nabe durchbohrt, so dass Öl aus den beiden benachbarten Abteilungen zugleich durch dies Loch zur Welle gelangen kann.

Fig. 381.



Schmierrohr.

Fig. 382.

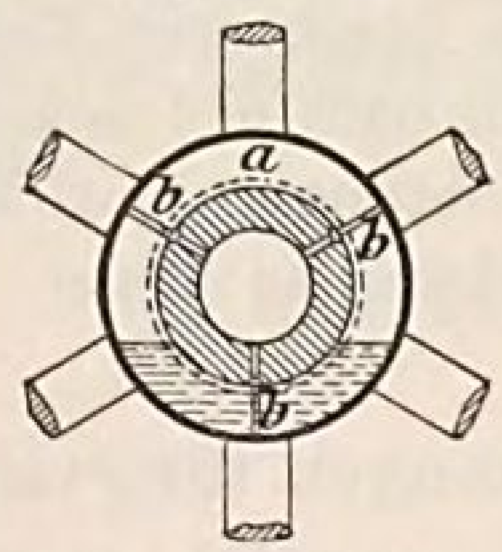
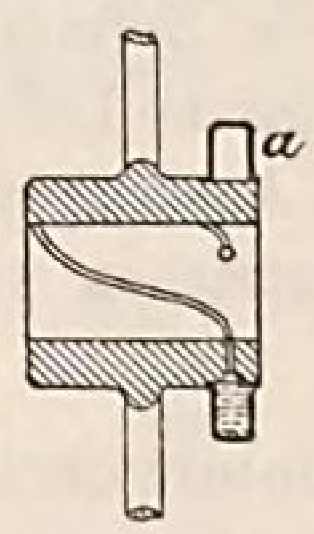


Fig. 383.



Schmierring.

Bei dieser Vorrichtung wird das Nabeninnere beim An- und Auslauf der Scheibe nachdrücklich geschmiert, während sich das Öl beim Stillstande unten ansammelt und erhält und bei grosser Umlaufgeschwindigkeit sich gleichmässig an den Ringmantel innen anlegt. — Dass diese Schmierringe noch bei verhältnismässig hoher Geschwindigkeit gute Dienste leisten, erklärt sich aus dem Umstande, dass die Geschwindigkeit aller umlaufenden Maschinenteile nie ganz gleichmässig ist und das Öl daher bei jedem Geschwindigkeitswechsel von neuem ins Schwanken gerät. Diese Schmierringe sind unfallsicher, sparsam und verlässlich, sofern die Losscheiben nur mit kurzen Unterbrechungen laufen.

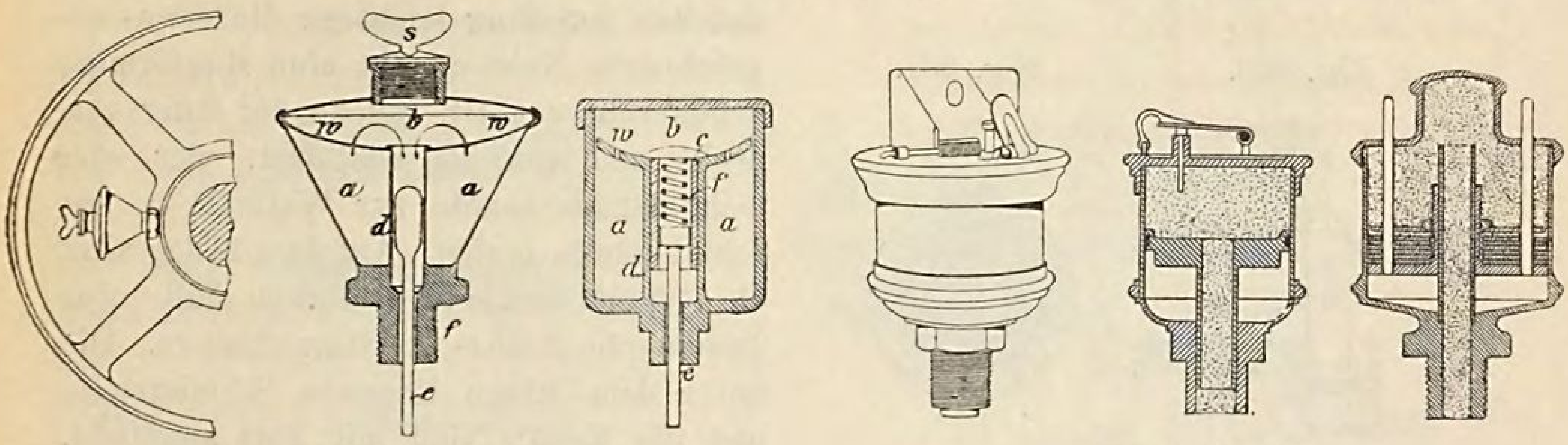
Den Kuch'schen Zentrifugalschmierapparat zeigt Fig. 384 in der Ansicht, auf einer Riemscheibe angebracht, und Fig. 385 im Schnitt. Er besteht aus dem trichterförmigen Ölbehälter a, dessen Decke mit der Füllschraube s verschlossen ist; im Innern des Gefässes befindet sich eine am Trichtermantel nicht dicht anliegende Wand w, die vier Öffnungen besitzt und mit dem unteren Teil des Gefässes durch das Führungsrohr d in Verbindung steht. In letzterem steckt der Metallstift e, dessen oberer kolbenartiger Teil in d, dessen unterer Teil in f Führung hat. Beim Einschrauben des Schmierapparats in das mit Gewinde versehene Schmierloch der Losscheibe ist zu beachten, dass der Stift oben im Apparat noch 6 bis 8 mm Spielraum behält und der Kolbenstift unten die Achse nicht berührt, um richtig spielen zu können. Läuft nun das Gefäss mit der Achse herum, so wird das eingefüllte Öl infolge der Fliehkraft nach f gepresst; da aber der Stift e den Schmierkanal nahezu ausfüllt, so kann das Öl nur sparsam abfliessen, und der Ausfluss hört ganz auf, sobald die Riemscheibe stillsteht.

Vor einigen Jahren hat der Kuch'sche Apparat die in Fig. 386 gezeichnete verbesserte Anordnung erhalten: Das Öl befindet sich in dem Vorratsbehälter a und gelangt aus diesem vermöge der Fliehkraft durch Aussparungen der Querwand w in den kleinen Behälter b und aus diesem zu dem Rohrstücke e, das sich in dem fest-

stehenden Rohre d auf- und abbewegt. Hierdurch wird das Öl dem Kolbenstifte e zugeleitet, der bis zur Welle herabreicht und nach oben durch die Feder f gehalten wird.

Umlaufende Schmiergfässe mit Starrschmiere. In neuerer Zeit hat sich das Bestreben bemerkbar gemacht, auch bei den Umlaufschmierbüchsen Starrschmiere zu verwenden.

Fig. 384. Fig. 385. Fig. 386. Fig. 387. Fig. 388. Fig. 389.



System Kuch. System Tovote.

Umlaufende Schmierapparate für Losscheiben.

Eine sehr zweckmässige Schmiervorrichtung dieser Art ist Tovote's selbstthätiger Schmierapparat für Losscheiben, den Fig. 387 in der Ansicht, Fig. 388 im Schnitt zeigt. Fig. 389 veranschaulicht die in neuester Zeit zur Ausführung gekommene Bauart; der Apparat besteht aus dem Unterteil und dem Schmiergefäss, in dem sich ein aus mehreren Bleiplatten zusammengesetzter Regulierungskolben mit seinem hohlen Schafte befindet. Je nach der Umlaufzahl der Riemscheiben wird der Kolben mit mehr oder weniger Bleiplatten beschwert. Der Schmierapparat muss mit dem Zapfen möglichst in der Mitte der Nabe radial eingeschraubt werden. Die Wirkung ist eine sehr einfache. Der im Schmiergefäss sich willig führende Kolben drückt, indem er der Fliehkraft beim Gange der Riemscheibe folgt, das über demselben befindliche Fett zur Schmierstelle. Am Gefässdeckel ist eine rot angestrichene Signalscheibe angebracht, die durch eine Feder niedergehalten wird. Beim Leerwerden des Gefässes drückt der Kolben gegen den kleinen in die Buchse vorragenden Stift und bewirkt so die Aufrichtung der Signalscheibe als Zeichen, dass eine neue Füllung erforderlich ist. Bei ununterbrochenem Betriebe reicht die Füllung einer Büchse, je nach Grösse und Betriebsart, drei bis sechs Monate.

Tovote's Schmiergefäss kann bestens empfohlen werden; es beseitigt die Gefahr des Schmierens von Hand sowie das Umherschleudern von Schmiermaterial, schmiert sparsam und wirkt zweckentsprechend, indem es bei hoher Umdrehungszahl energischer schmiert als bei langsamem Gange der Wellenleitung. In ähnlicher Weise wie die Tovote'schen Büchsen lassen sich auch die S. 556 bis 558 beschriebenen Schmierbüchsen für Starrschmiere als Umdrehungsgefässe auf Losscheiben anbringen.

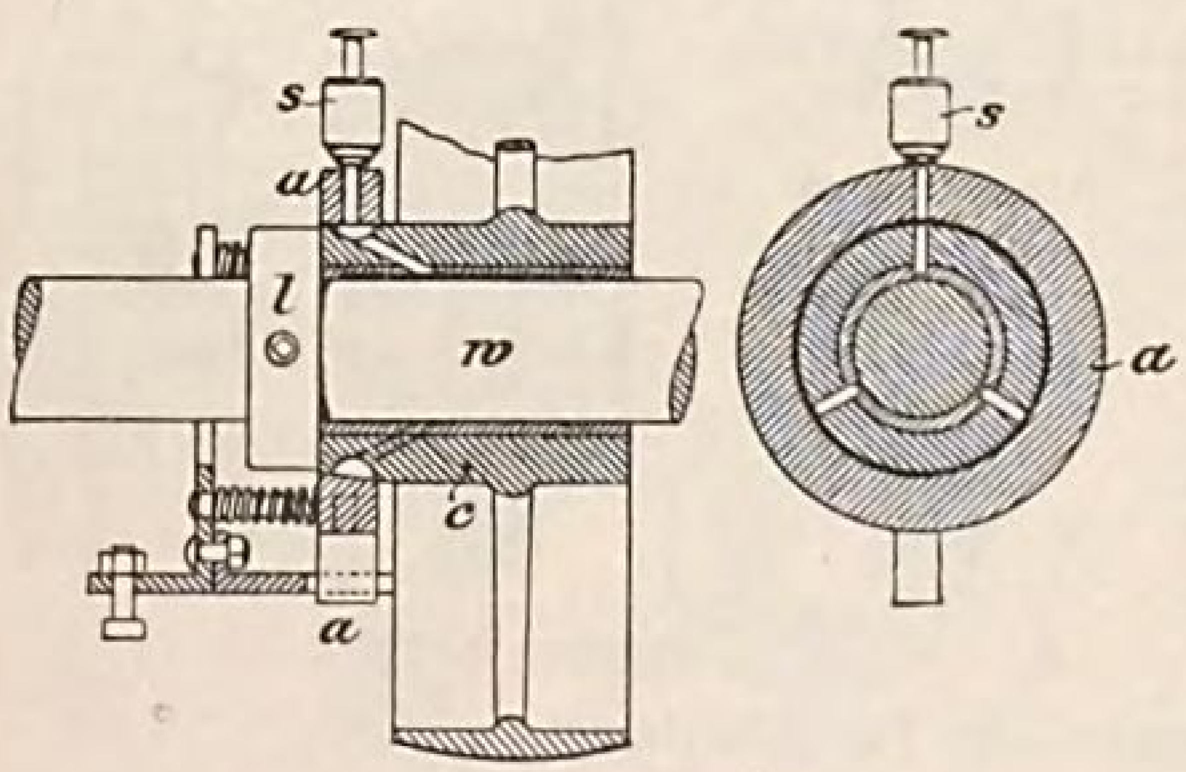
Das von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft konstruierte Winkelschmiergefäss, das die Aufhebung der Fliehkraft bezweckt, ist seiner Unfallgefahr wegen nicht zu empfehlen.

Schmierringe und Schmierbuchsen für Losscheiben. Schwieriger wird die Lösung der Schmierungsfrage für den Fall, dass bei lange

Zeit stillstehenden Riemscheiben sich in diesen die Triebwelle beständig dreht. Für diesen Fall sind die bisher beschriebenen Schmiervorrichtungen garnicht verwendbar.

Besonders für diesen Zweck konstruiert ist der feststehende Schmierring von Frederking, den Fig. 390 im Längsschnitt, Fig. 391 im Querschnitt zeigt. Der feststehende Ring a ist mittels Gestell an der Mauer, der Säule oder dem Lager irgendwie befestigt und um die verlängerte Nabe der Losscheibe so gelegt, dass sich die Scheibennabe im Ringe drehen kann. Drei Spiralfedern, die an demselben Gestell sitzen, drücken den Ring leicht an die etwas abgeschrägte Nabe c, die eine ringförmige Schmiernut enthält, welche der Ring verdeckt und von der aus drei, vier oder mehr Schmierkanäle zur Welle d. h. zur Schmierstelle laufen. Auf dem Ringe sitzt die Schmierbüchse s, in diesem Falle eine Tovote'sche Büchse für Starrschmiere. Die unter dem Ringe liegende Schmierrinne und die Kanäle sind mit Fett angefüllt. l ist der zur Fixierung auf der Welle erforderliche Stellring. Dreht sich die Welle, während die Losscheibe (wie bei Reibungskupplungen häufig) stillsteht, so nimmt erstere aus den Kanälen so viel Fett ab, wie sie zur Schmierung gebraucht. Drehen sich Welle und Scheibe gleichzeitig, so geben die Kanäle kein Fett ab, so dass ein Verlust an Schmierstoff nicht entsteht. Sitzt die Losscheibe dicht an der Mauer oder sonst an einer schwer zugänglichen Stelle, so kann das Schmiergefäss an einem bequem zugänglichen Orte aufgehängt und der Schmierstoff der Lagerstelle durch Einschalten von Schmierröhrchen zugeführt werden.

Fig. 390. Fig. 391.



Schmierring von Frederking.

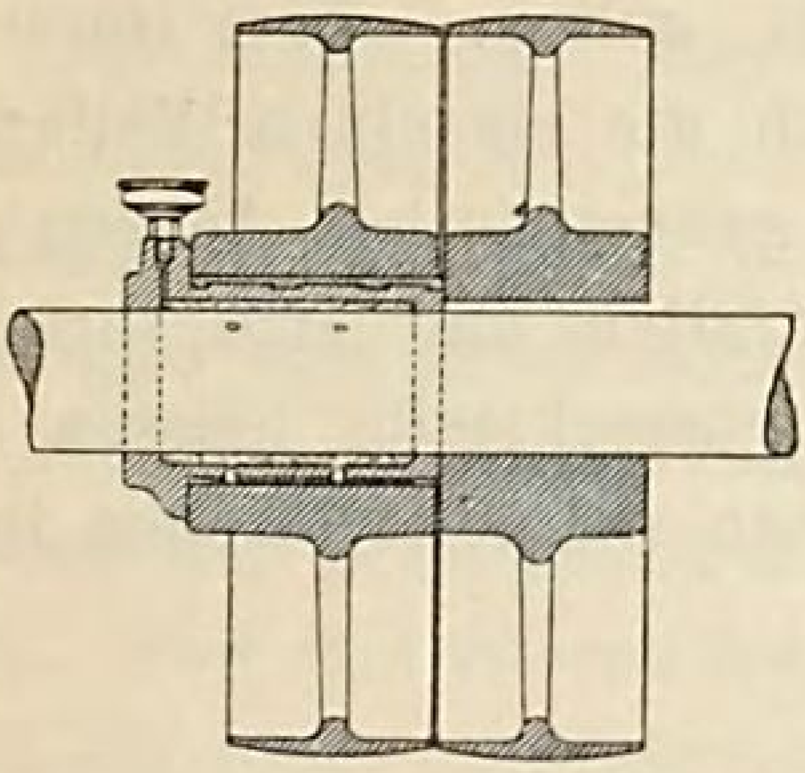
Die Anordnung solcher Schmierröhrchen ist auch bei anderen Schmiermethoden anwendbar, insbesondere da, wo die Bedienung der Lagerstellen es nötig macht, durch die Speichen besonders für diesen Zweck stillgesetzter Räder oder Riemscheiben zu greifen. Mancher Armbruch ist hierbei durch unvermutetes Ingangsetzen der Wellenleitung entstanden. Nebenher besitzt diese Anordnung noch den wirtschaftlichen Vorteil, dass zum Behuf der Schmierung weder einzelne Triebwerke noch die ganze Wellenleitungsanlage stillgestellt zu werden braucht.

Die Schmierbuchsen haben gegenüber den umlaufenden, an den Naben hervorstehenden Schmierbüchsen den Vorzug, dass sie in die Nabe eingebaut, also unfallsicherer sind, dagegen den Nachteil zu hoher Preislage.

Die älteste derartige Schmiervorrichtung ist die Lünnemann'sche Schmierbuchse (D. R.-P. 15359), welche durch Fig. 392 veranschaulicht wird. Sie besteht aus einer die Achse umschliessenden Metallbuchse, deren Bund auf der Welle mittels zweier Stellschrauben befestigt wird. Die Buchse ist im Innern mit einer entsprechenden Erweiterung zur Aufnahme des Schmierstoffes versehen, am besten Starrschmiere, deren

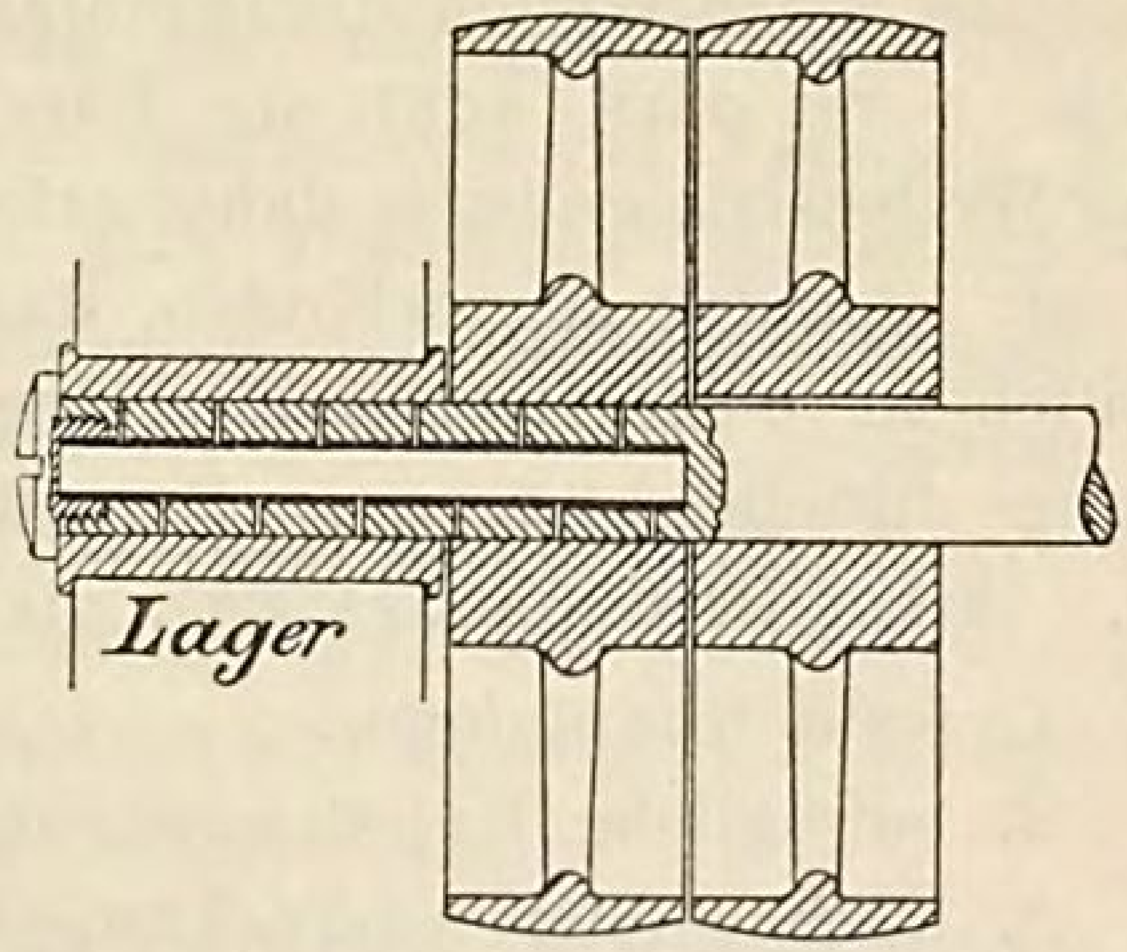
Zuführung am zweckmässigsten durch eine Schmierspritze bewirkt wird. Rund um die Buchse herum sind zentrallaufende Schmierlöcher von etwa 6 bis 8 mm Durchmesser gebohrt, die durch schraubenförmige Schmierkanäle mit einander verbunden sind. Beim Umlauf der Welle wird das im Innern der Buchse befindliche Fett infolge der Fliehkraft der losen, auf der Buchse laufenden Riemscheibe zugetrieben. Der Rand der Buchse dient gleichzeitig als Stell- und als Abschlussring für die Schmierbuchse.

Fig. 392.



Lünnemann'sche

Fig. 393.



Dürrkopp'sche

Schmierbuchse für Losscheiben.

Bei der selbstschmierenden Welle von Dürrkopp (D. R.-P. 36344) ist eine Metallhülse als Schmierbuchse in die am Ende ausgebohrte Welle eingelassen, die durch eine Kopfschraube gehalten wird. Das Fett gelangt durch radiale Bohrungen, wie bei der Lünnemann'schen Buchse, infolge der Fliehkraft zur Welle. Fig. 393 zeigt die Ausführung der Dürrkopp'schen Schmiervorrichtung für ein Deckenvorgelege, das auf die Länge vom Lager bis zur Leerscheibe durchbohrt und mit Fettbuchse versehen ist.

Beide Arten von Schmierbuchsen eignen sich besonders für schnellgehende Wellen und können vom Stande der Unfallverhütung aus als gefahrlos und sicher schmierend empfohlen werden, für die Praxis dürfte indess besonders die letztbeschriebene Ausführung sich als zu kostspielig erweisen.

Sehr schwierig wird die Lösung der Schmierungsfrage da, wo grosse Kraftübertragungen vorkommen und zugleich ununterbrochener Leerlauf erforderlich ist. Solche Fälle treten häufig ein, wo Aushilfsmaschinen bereitgehalten werden müssen, die in demselben Augenblick die volle Betriebskraft herzugeben haben, in welchem die erste Betriebsmaschine aus irgend welcher Veranlassung abgestellt werden muss. Es kann dies z. B. bei Lichtmaschinen der Fall sein, die ununterbrochen stetiges und gleich starkes Licht zu erzeugen, bei grösseren Zentrifugalpumpenanlagen, die städtische Abwässer oder Grubenwässer dauernd abzupumpen haben, sowie bei Einrichtungen, die ganze Wellenstränge in und ausser Betrieb setzen müssen, ohne die Hauptbetriebsmaschine abzustellen. Hierbei kommt es ebenso häufig vor, dass die Leerscheibe immerwährend läuft und die Betriebswelle dauernd steht, als umgekehrt. Derartige Schmier-

einrichtungen für Leerscheiben werden gelegentlich der Besprechung der Riemausrückvorrichtungen (vergl. S. 639) Erwähnung finden.

d. Kupplungen für Triebwerke.

Es ist weiter oben (S. 545) darauf hingewiesen, dass die einzelnen Wellenenden einer Wellenleitungsanlage selten die Länge von 8 m überschreiten; 4 m darf wohl als Durchschnitt gelten. Zur Herstellung längerer Wellenstränge ist es daher erforderlich, die einzelnen Wellenenden derart mit einander zu verbinden, dass ihre geometrischen Achsen genau, gewöhnlich in einer Horizontalen zusammenfallen und sich ihre Drehbewegung mitteilen können. Derartige Triebwerksteile heissen Kupplungen. Ihrem Bestimmungszweck nach lassen sie sich einteilen in:

1. feste Kupplungen,
2. bewegliche Kupplungen und
3. lösbare oder Ausrückkupplungen.

Von einer Beschreibung der Kraftmaschinenkupplungen kann hier Abstand genommen werden, da letztere nicht unmittelbar zur Wellenleitungsanlage gehören.

Für die Zwecke der Unfallverhütung sind namentlich die lösbaren Kupplungen von grosser Bedeutung. Mancher Unfall könnte verhütet werden und manches Menschenleben erhalten bleiben, wenn die Bestimmung in den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften allgemeine Aufnahme fände, dass jeder Wellenstrang für sich besonders ausrückbar sein muss. Zum mindesten sollte diese Vorschrift für Neu- und Umbauten unbedingte Anwendung finden. In der Hauptsache wird diese, am besten von verschiedenen Punkten des Arbeitsraumes aus einzuleitende Ausrückung des gefahrbringenden Wellenstranges den Reibungskupplungen und den gemischten Kupplungen zufallen.

Es liegt nicht im Rahmen der vorliegenden Abhandlung, die zahlreichen verschiedenen Kupplungsarten auch nur annäherungsweise erschöpfend zu behandeln; nur die gebräuchlichsten Bauarten sollen hier kurz Erwähnung finden, unter steter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die Unfallverhütung. Ausführlichere Mitteilungen finden sich in der Arbeit von Ernst über ausrückbare Kupplungen für Wellen und Räderwerke[1]) und in des Verf.'s Beitrag zum Bericht über die Deutsche Allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung.[2])

[1]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1889/90.

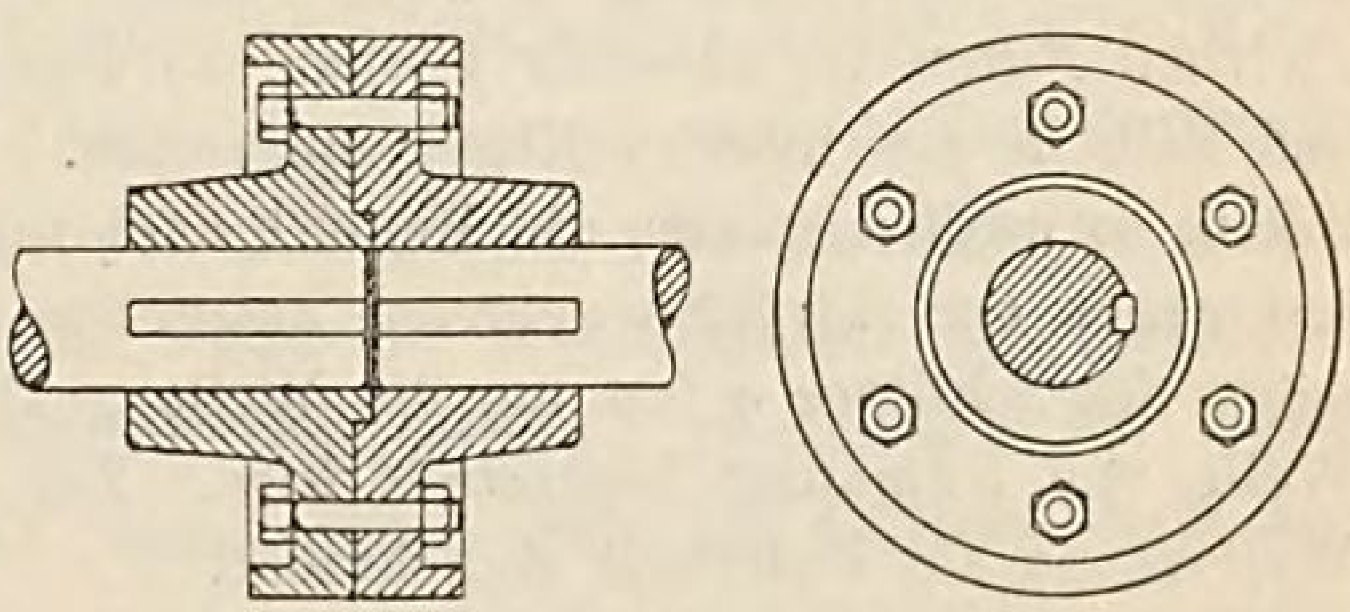
[2]) Berlin 1890, Bd. I.

1. Feste Kupplungen. Die festen Kupplungen lassen sich je nach ihrer Form und Wirkung einteilen in Muffenkupplungen, Scheibenkupplungen, Schalen- oder Hülsenkupplungen, Klemmkupplungen und Kupplungen nach Sellers. Sie haben sämtlich den Zweck, mit den beiden zu verbindenden Wellenenden ein festes, unverrückbares Ganzes zu bilden. Vom Standpunkte der Unfallverhütung muss von jeder Kupplung verlangt werden, dass die für die Befestigung der einzelnen Teile erforderlichen Keile und Schrauben, bezw. deren Schraubenköpfe versenkt und die Aussenflächen der Kupplung selbst glatt abgedreht und poliert werden, da erfahrungsmässig die hervorstehenden und unrunden Kupplungsteile zu häufigen und gewöhnlich sehr schweren Unfällen Veranlassung geben.

Die Muffen- und Klemmkupplungen kommen im neueren Triebwerksbau nur noch selten zur Ausführung und sollen daher übergangen werden. Von den älteren Kupplungsarten ist hauptsächlich die Scheibenkupplung noch im Gebrauch (Fig. 394 und 395).

Die Scheibenkupplung eignet sich namentlich für schwere Betriebe und ist hier ihrer kürzeren Baulänge wegen selbst den Sellers-Kupplungen vorzuziehen, da sie die Wellenenden derart fest und zentrisch verbindet, dass man den ganzen Wellenstrang wie aus einem Stück bestehend betrachten kann. Diese zentrische Verbindung wird jedoch nur dann in vollkommener Weise erreicht, wenn die Innenflächen der Scheiben so in einander greifen, wie es in Fig. 394 veranschaulicht ist; diese Verbindungsart hat allerdings den Nachteil, dass man eine Einzelwelle aus dem Strange zwecks Reparatur oder dergl. nicht herausnehmen kann, ohne andere Wellenenden desselben Stranges in ihrer Längsrichtung zu verschieben. Auch müssen alsdann die Lagerungen offen und sämtliche auf der Welle befestigten Triebwerksteile geteilt sein. Die Scheibenkupplungen werden auf die Wellenenden entweder warm aufgezogen oder hydraulisch aufgepresst, ausserdem werden sie mit beiden Wellenenden durch je einen Stahlkeil verbunden. Nasenkeile sind ihrer hervorstehenden Nasen wegen zu vermeiden; die Köpfe der Verbindungschrauben beider Kupplungshälften sind durch einen überragenden Flansch zu verdecken (s. Fig. 394).

Fig. 394. Fig. 395.



Scheibenkupplung.

Die Hülsenkupplung (Fig. 396 und 397, S. 566) besteht aus zwei der Länge nach gesprengten, gusseisernen Schalen a und a_1, die im äusseren Durchmesser nach den Enden zu schwach konisch gedreht sind und durch zwei aufgetriebene, entsprechend konisch gedrehte schmiedeiserne Ringe bb auf die Wellenenden gepresst werden. Gegen Verdrehen sind sie, sofern es sich um die Übertragung grösserer Kräfte handelt, durch Stahlkeile gesichert. Diese Kupplungen bieten geringe Unfallgefahr und sind überall da mit Vorteil zu verwenden, wo ohne Zeitaufwand ein Teil der Wellenleitung auf längere Zeit abgekuppelt werden soll. Bedingung für die praktische Anwendbarkeit dieser Kupplung ist jedoch, dass die Durchmesser der beiden Wellenenden wie die innere Bohrung der Schale sehr genau übereinstimmen. Um dies

zu erreichen, wendet die Fabrik für Transmissionen und Eisengiesserei von Th. & Ad. Frederking in Leipzig innere Arbeitsleisten an, wie dies Fig. 396 auf der unteren Schnittfläche veranschaulicht. Die obere Hälfte zeigt die Kupplung in ihrer gewöhnlichen Ausführung.

Fig. 396.

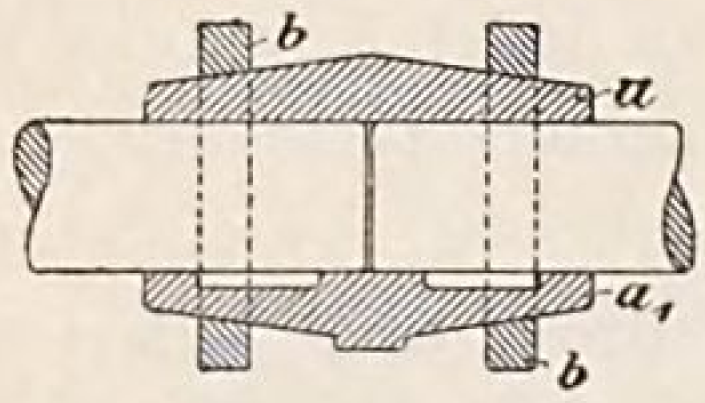
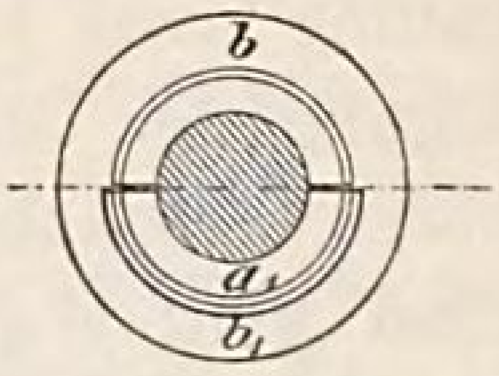
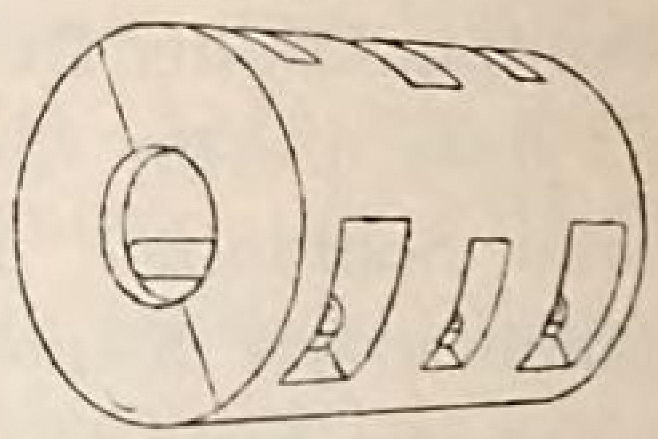


Fig. 397.



Hülsenkupplung Bauart Frederking.

Fig. 398.

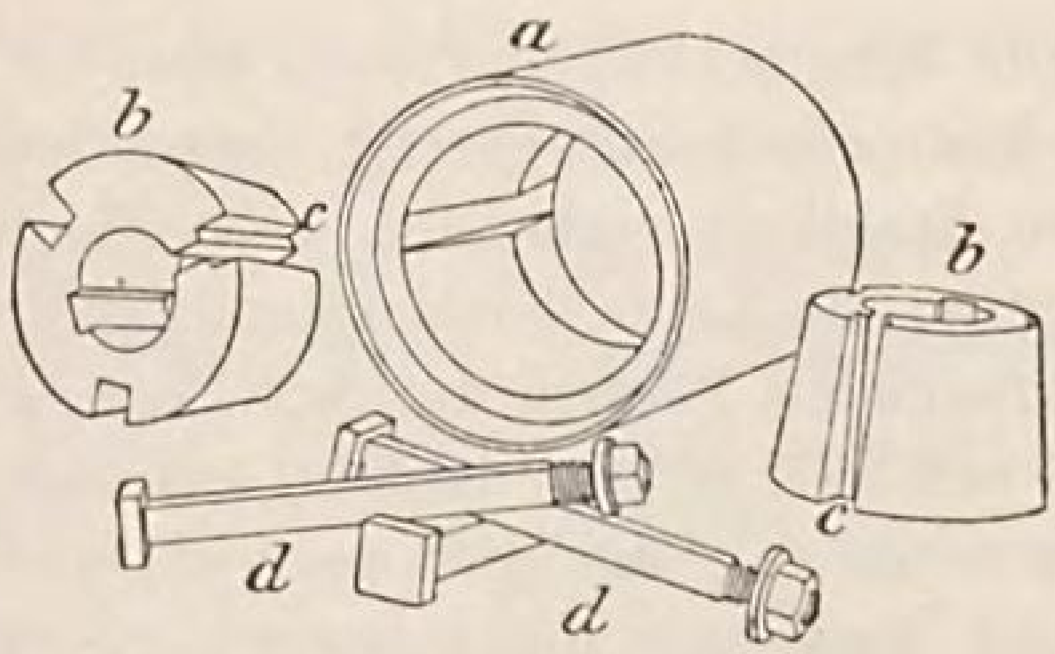


Schalenkupplung Bauart Kirchner.

Die Schalenkupplung (Fig. 398) beruht auf dem gleichen Prinzip der Pressung wie die Hülsenkupplung, nur treten hier Schrauben an die Stelle der Ringe. Die Anzugsschrauben sind in Aussparungen versenkt und durch Aufsteckschlüssel angezogen. Diese Kupplungen sind in allen Teilen blank bearbeitet, und da vorspringende Teile sorgfältig vermieden sind, bieten sie zu Unfällen keinen Anlass.

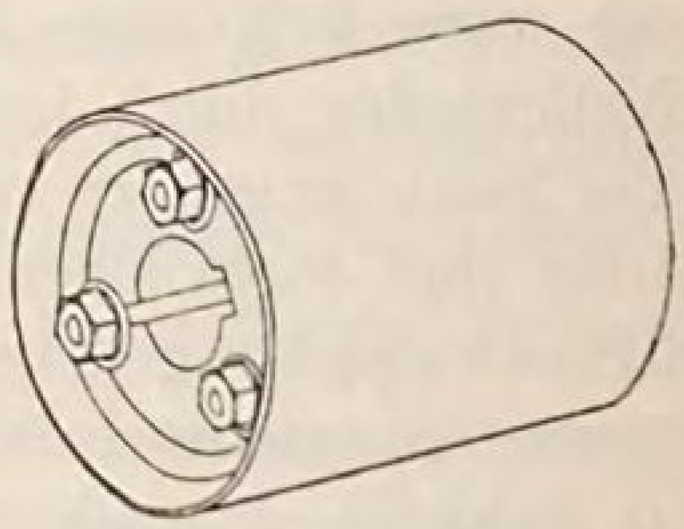
Die Sellers'sche Doppelkegelschalenkupplung ist in Fig. 399 in zerlegtem, in Fig. 400 in zusammengesetztem Zustande dargestellt. Dieselbe besteht aus dem äusseren Körper a, welcher auf seiner inneren Fläche zwei abgestumpfte Kegel bildet. In diese innen kegelförmigen Flächen passen zwei genau abgedrehte Kegel bb, welche bei c aufgeschlitzt sind. Diese Kegel haben am äusseren Umfang drei gleich weit von einander entfernte Nuten, in welche sich die Schrauben d legen. Die Nuten entsprechen gleichen Nuten im äusseren Körper, so dass die Bolzen halb in den äusseren Körper und halb in die inneren Kegel eingreifen. Werden die Muttern der Bolzen d angezogen, so werden erstens die Kegel b nach innen gegen einander gezogen und hierdurch fest gegen den Körper a gepresst, ausserdem aber werden gleichzeitig die Kegel b vermöge des Schlitzes c fest um die Welle geklemmt, wodurch die Verbindung zwischen Welle und Kupplung hergestellt wird. Zur Sicherung gegen Verdrehung ist in jedes Wellenende ein Federkeil eingebracht.

Fig. 399.



zerlegte

Fig. 400.



zusammengesetzte

Doppelkegelschalenkupplung von Sellers.

Die Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Dessau bringt bei ihren Ausführungen noch in der Mitte des äusseren Körpers a zwei sich gegenüberliegende Schaulöcher an, durch die man sich beim Einbau der Kupplung überzeugen kann, dass der Stoss der Wellen genau in der Mitte der Kupplung liegt.

Diese Sellers-Kupplungen finden in der Neuzeit, namentlich wo es sich um leichte Wellen, die Längsverschiebungen durch Zahnräder oder dergl. nicht ausgesetzt sind, handelt, am häufigsten Anwendung; sie gestatten die Verwendung ungeteilter Riemscheiben, Seilscheiben und Räder sowie ein leichtes Auswechseln derselben und lassen, infolge der den Kegelschalen bb innewohnenden Spannkraft, nur geringe Abweichungen in den beiden zu kuppelnden Wellenenden zu. Der leichte Einbau, das geringe Gewicht und der verhältnismässig niedrige Preis erklären die schnelle Verbreitung der Sellers-Kupplungen, deren Einführung auch vom Stande der Unfallverhütung erwünscht ist, da sie unter den festen Kupplungsarten die unfallsichersten sind.

2. Bewegliche Kupplungen. Kupplungen, für die eine gewisse Beweglichkeit erforderlich ist, werden angewendet bei Wellen, deren Achsmittel

1. in einer Geraden liegen,
2. parallel zu einander gelagert sind oder
3. sich unter einem beliebigen Winkel schneiden.

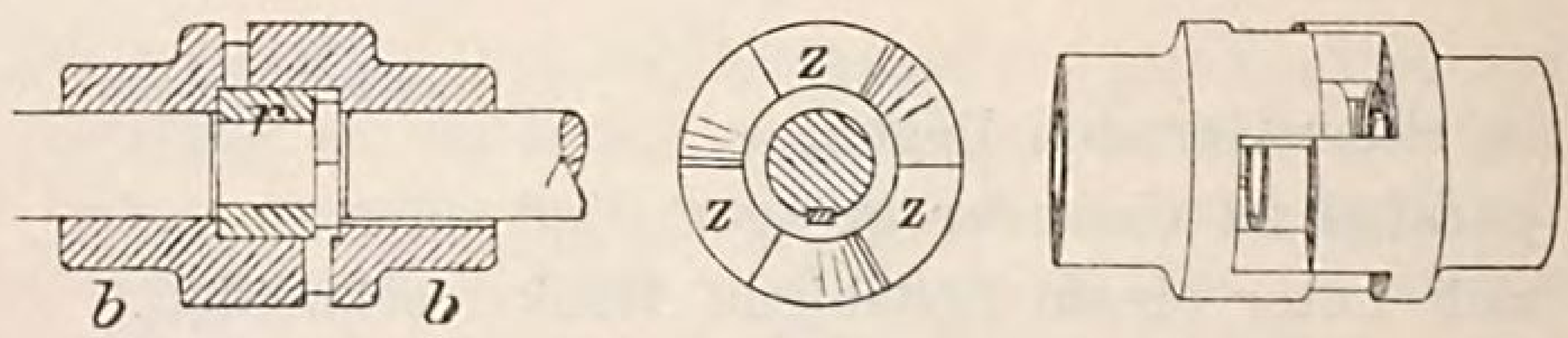
Für Wellenleitungsanlagen kommt fast ausschliesslich die unter 1. genannte Kupplungsart zur Verwendung, die deshalb hier allein besprochen werden soll.

Die längsbeweglichen Kupplungen, die sogenannten Ausdehnungskupplungen, haben den Zweck, durch Temperaturwechsel hervorgerufene Änderungen in den Wellenlängen durch ihre Verschiebbarkeit auszugleichen. Sie sind unbedingt dann anzuwenden, wenn der Antrieb sich an einem Ende der Welle befindet, die Welle also an dieser Stelle unverschieblich gelagert ist und am anderen Wellenende Kegelräder, Reibungskupplungen oder dergl. angebracht sind, die kleinste Verschiebungen nicht vertragen. Selbst wenn auch alle nach dem andern Ende hin gelegenen Triebwerksteile grössere Längenverschiebungen gestatten, erweist sich die Einschaltung einer Ausdehnungskupplung immerhin noch als nützlich, da die mit den wechselnden Temperaturen sich ausdehnenden und zusammenziehenden Wellen bei dieser Anordnung ziemlich genau in ihren Lagern verbleiben und keine Unreinigkeiten hineinpumpen.

Die Ausdehnungskupplungen (Fig. 401 bis 403, S. 568) gleichen im wesentlichen der bekannten Sharp'schen Klauenkupplung; die beiden in einander greifenden Kupplungshälften bb haben wie bei dieser je drei Zähne zzz, wie dies aus dem Querschnitt Fig. 402 ersichtlich ist. Zur Sicherung der zentrischen Lage der beiden Wellenenden ist das Innere der Kupplung mit einem beiden Teilen gemeinschaftlichen Zapfenstück, einem gedrehten Ringe r, versehen. Die Befestigung der Kupplungshälften auf der Welle geschieht durch Federkeile. Dieser schwer löslichen Verbindung wegen müssen eventuell geteilte Riemscheiben Verwendung finden. Im übrigen sind gutausgeführte Ausdehnungskupplungen aussen blank poliert und ohne vorspringende Teile und daher unfallsicher.

3. Lösbare Kupplungen. Die lösbaren oder ausrückbaren Wellenkupplungen unterscheiden sich von den festen und beweglichen Kupplungen dadurch, dass sie während des Ganges der verbundenen Wellen aus- und meistens auch wieder eingerückt werden können, während jene im betriebsfähigen Zustande dauernd eingerückt bleiben. Je nach der Art und Weise, wie die Aus- bezw. Einrückung erfolgt, unterscheidet man Klauenkupplungen, Klinkenkupplungen, Reibungskupplungen und Gemischte Kupplungen, d. h. solche Kupplungen, bei denen zwei der vorgenannten Systeme gleichzeitig zur Anwendung kommen.

Fig. 401. Fig. 402. Fig. 403.



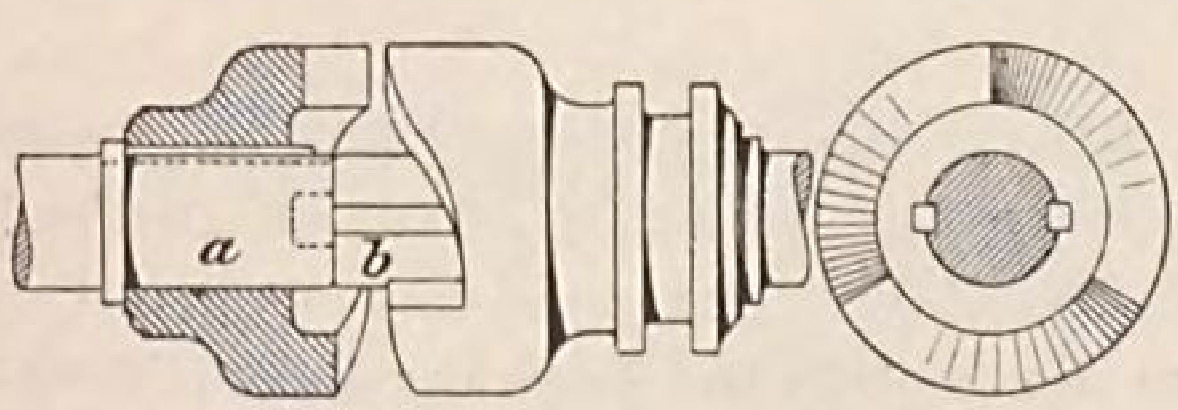
Längsschnitt. Querschnitt. Ansicht.

Ausdehnungskupplung, Bauart der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

Die ausserordentlich grosse Zahl der lösbaren Kupplungen sowie der geringe zur Verfügung stehende Raum mögen es entschuldigen, dass an dieser Stelle nur einige Typen der Reibungskupplungen beschrieben werden, während die in der Praxis weniger häufig verwendeten Klinkenkupplungen und gemischten Kupplungen ganz ausser Betracht bleiben. Die Klauenkupplungen sollen aus dem nachstehend (s. insbesondere S. 573) mitgeteilten Grunde etwas eingehender besprochen werden.

Lösbare Klauenkupplungen. In der Praxis finden die ausrückbaren Klauenkupplungen gegenwärtig eine ausgebreitete Verwendung für Arbeitsmaschinen, seltener dagegen für Wellenleitungen. Der Grund hierfür liegt einerseits in der Unsicherheit bei der Einrückung während des Betriebes, andererseits in der Schwierigkeit der Ausrückung bei grösseren Kraftübertragungen und Umfangsgeschwindigkeiten. Es hat sich daher mit ganz geringen Ausnahmen die seit langem bekannte Form der gewöhnlichen Klauenkupplung (Fig. 404 und 405) bis auf den heutigen Tag erhalten, und nur die Art der Aus- und Einrückung ist hier und da geändert worden.

Fig. 404. Fig. 405.



Gemeine Klauenkupplung.

Bei der Verschiedenheit der Durchmesser von Triebwelle und Kupplung ist es einleuchtend, dass unter günstigen Verhältnissen der Widerlagsdruck der Federn b noch immer mindestens doppelt so gross sein wird wie der Klauendruck. Da ersterer der Lösung des verschiebbaren Kupplungsteiles entgegenwirkt, so erklärt sich hieraus zur Genüge das rasche Anwachsen der Reibungswiderstände bei grösseren Kraftübertragungen, und die Erfahrung erscheint nicht überraschend, dass selbst bei Klauenkupplungen für nur 8 bis 10 Pferdestärken und 100 Umdrehungen in der Minute die Ausrückung mit einem einfachen Handhebel nicht mehr gelingt.[1]) Zu diesem Übelstande tritt beim Einrücken der Klauenkupplung noch der plötzlich auftretende Stoss gegen die unelastischen Klauen, welcher in dem bisher stillstehenden Wellenstrange Verwindungen hervorzubringen bestrebt ist und schliesslich zu Klauen- und Wellenbrüchen Veranlassung geben kann.

Die von Metzler & Co. in München, Blechmann in Mürzzuschlag u. a. gemachten Versuche, diesse Stösse durch Gummibuffer oder Zwischenlagen federnder Scheibenringe unschädlich zu machen, haben in der Praxis bisher wenig Nachahmung gefunden. Vom Stande der Unfallverhütung aus betrachtet, haben derartige Versuche nur einen nebensächlichen Wert; Hauptерfordernis ist, dass der gefahrbringende Wellenstrang schnell und sicher ausser Thätigkeit gesetzt werden kann. Es wird daher im Hinblick auf die verhältnismässig sehr seltene Benutzung derartiger Notausrückungen ökonomischer sein, im Bedarfsfalle die Betriebsmaschine bezw. den Hauptwellenstrang einmal ausser Betrieb zu setzen, als die sehr teueren, jederzeit wieder einrückbaren Reibungskupplungen zu beschaffen, durch die das tote Anlagekapital einer Fabrik für die Unfallverhütung in manchen Fällen nutzlos vermehrt wird. Der beim Ausrücken der Kupplung, wie oben nachgewiesen, starke Reibungswiderstand wird sich, ganz grosse Kraftübertragungen ausgenommen, durch Einschaltung von Hebelübersetzungen durch Handrad mit Schraube oder auf andere Weise überwinden lassen.

Bemerkenswerte Verbesserungen sind in dieser Beziehung von Edler von Rosthorn in Wien, Fr. Seiffert in Berlin, der Maschinenfabrik Cyklop (Mehlis & Behrens) in Berlin und der Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft erzielt worden.[2]) In der Hauptsache sind die Bestrebungen derselben dahin gerichtet gewesen, die lebendige Kraft der Wellenleitung zur Ausrückung der Klauenkupplung zu be-

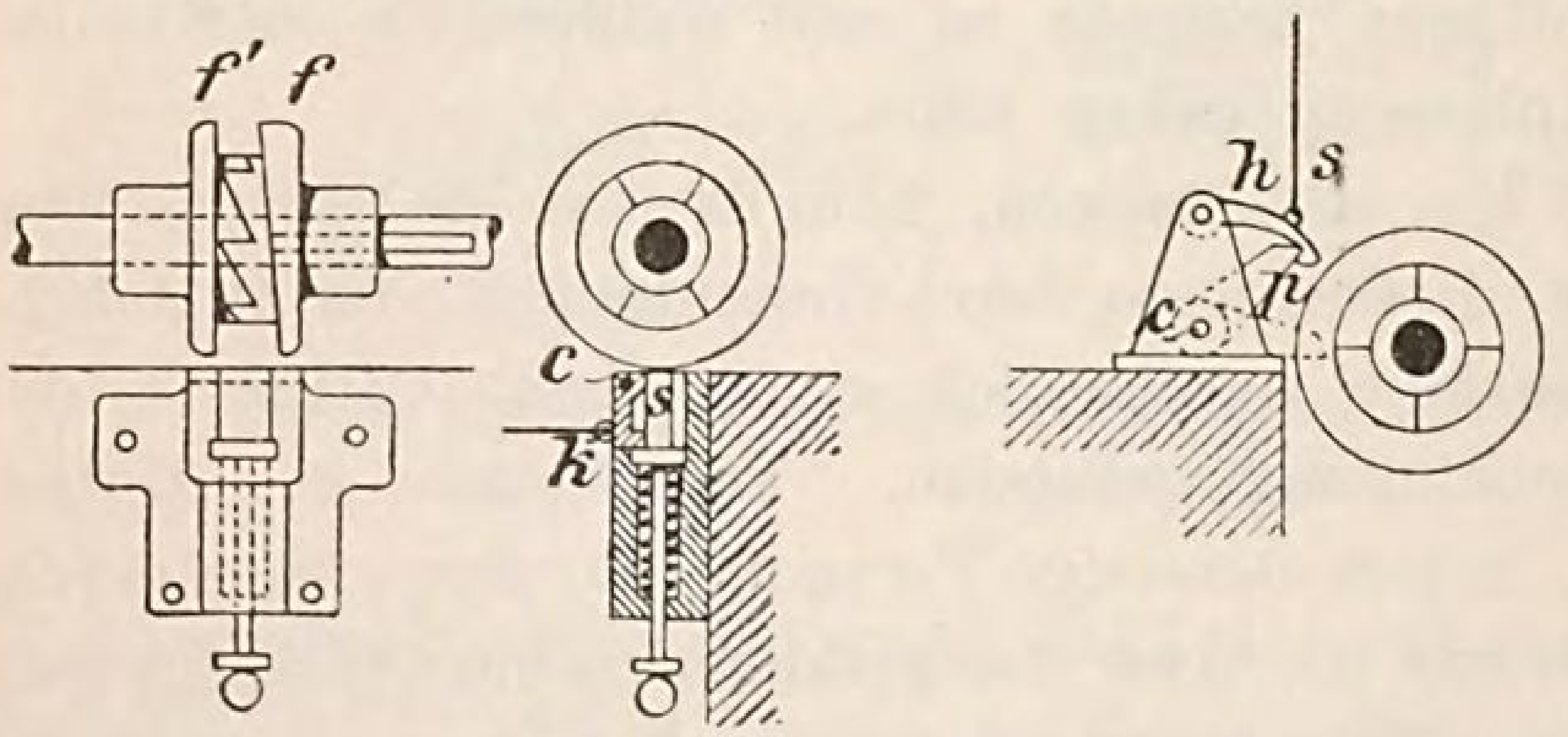
[1]) Vergl. Ernst, Ausrückbare Kupplungen für Wellen und Räderwerke. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1889, S. 795.

[2]) Vergl. Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung, Bd. I, S. 203 ff. und 239 ff. Berlin 1890.

nutzen, indem sie einen unabhängig von der Wellenleitung drehbar gelagerten Stift in einen auf der Nabe des verschiebbaren Kupplungsteiles befindlichen Schraubengang fallen lassen und auf diese Weise das Herausziehen des betreffenden Kupplungsteils und dadurch die Lösung der Kupplung, bezw. den Stillstand des Wellenstranges bewirken. Hierbei wirkt gleichzeitig die zwischen Pratze und Schraubengang erzeugte Reibungsarbeit als Bremse zur Vernichtung der lebendigen Kraft des plötzlich stillzusetzenden Wellenstranges.

Der österreichische Gewerbeinspektor Edler von Rosthorn ordnet, wie aus Fig. 406 bis 408 ersichtlich ist, zu beiden Seiten der Kupplungszähne starke Flanschen f und f′ an, von denen der am ausrückbaren Teil befindliche Flansch f nach innen eine schraubenförmige Bahn erhält, deren Steigung um ein Geringes höher ist als die Eingriffstiefe der Klauen. Bringt man zwischen diese Flanschen einen prismatischen Körper von der Breite der grössten Flanschenentfernung, so wird dieser den beweglichen Kupplungsteil infolge der Wellenumdrehung nach rechts verschieben und dadurch selbstthätig die Klauenkupplung zur Ausrückung bringen. Die Festhaltung des Ausrückbolzens wird durch eine um c (Fig. 407) drehbare Riegelklappe bewirkt. Wird an der bei k befestigten Schnur gezogen, so wird die hinter der Pratze s befindliche Spiralfeder nach vorn geschnellt, und die Ausrückung der Klauenkupplung ist nach einer Wellenumdrehung bewirkt. Die gleiche Wirkung tritt ein, wenn die in Fig. 408 durch den Sperrhaken h gehaltene Pratze p ihre Unterstützung durch Ziehen an der Schnur s verliert. Letztere Anordnung ist der ersteren vorzuziehen und lässt sich vorzüglich für elektrische Ausrückvorrichtungen verwerten.

Fig. 406. Fig. 407. Fig. 408.

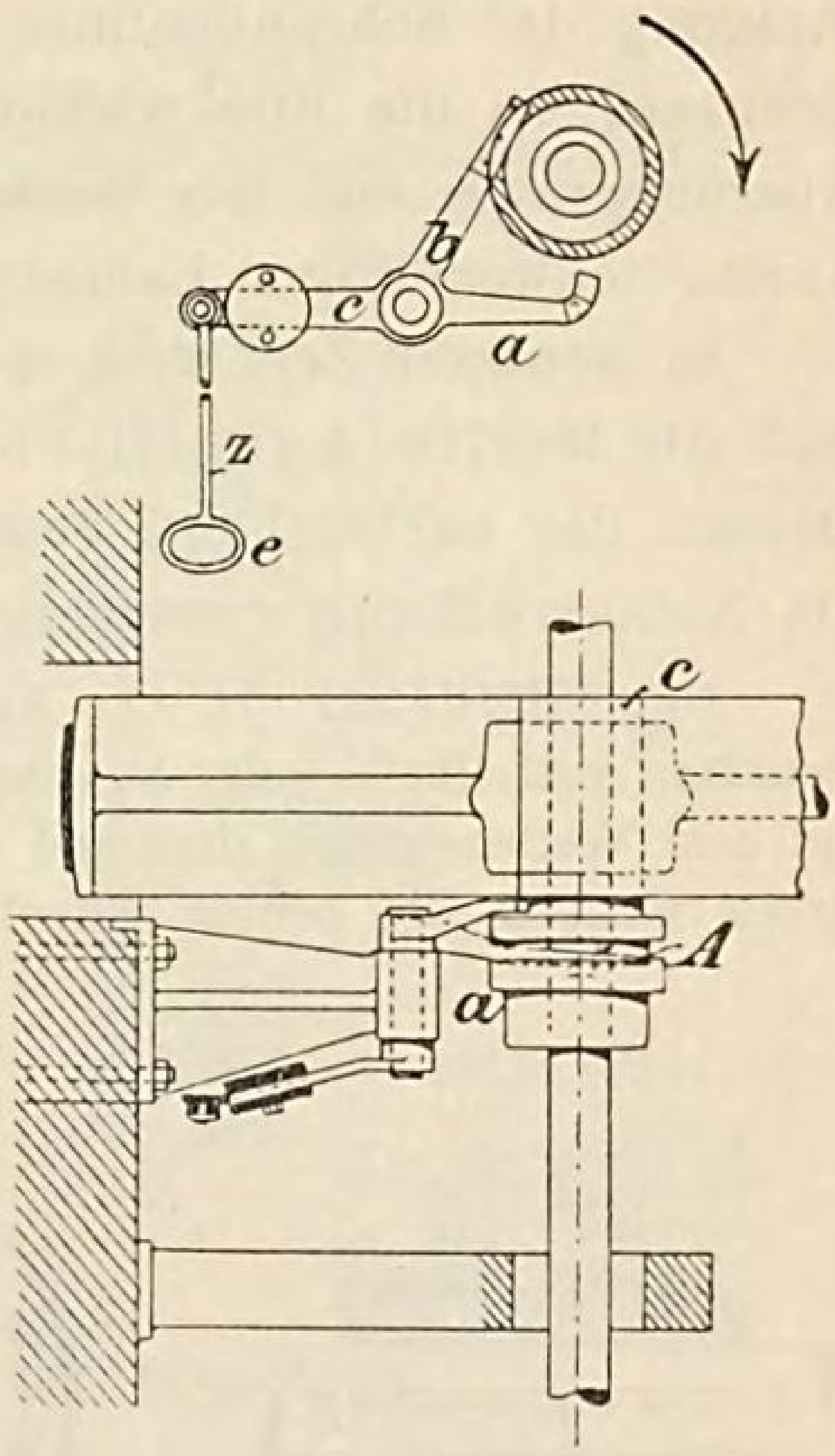


Klauenkupplung Bauart v. Rosthorn.

Die Rosthorn'sche Kupplung bietet schon wesentliche Vorzüge gegenüber der gewöhnlichen Klauenkupplung, da erstere leichter ausrückbar, gewissermaassen als Bremse für den stillzustellenden Wellenstrang wirkt und im Falle der Gefahr von verschiedenen Punkten des Arbeitsraumes ausrückbar ist. Als fehlerfrei kann dieselbe indess nicht bezeichnet werden. Beim Auseinanderdrängen der Klauenhälften pflanzt sich der starke Gegendruck der Pratze auf den treibenden Wellenteil fort; es ist daher eine kräftige Lagerung der Welle erforderlich. Senkrecht zur Wellenachse wirkt der Rückdruck auf Bruch der Pratze. Als Ausrückung der Riemscheiben kann die in Fig. 409 und 410 (S. 571) dargestellte Klauenkupplung der Maschinenfabrik Cyklop (Mehlis & Behrens) in Berlin Verwendung finden.

In Fig. 410 bezeichnet A die Klauenkupplung, deren einer Teil auf der Wellenleitung festgekeilt ist, während der andere, mit der losen Riemscheibe fest verbundene Teil auf der Betriebswelle verschiebbar ist. Die Ausrückung wird durch den unteren Arm a des Winkelhebels bewirkt, dessen oberer Arm b (Fig. 409), hinter den Kupplungsflansch greifend, die selbstthätige Lösung der Klauenkupplung während des Betriebes verhindert. An den mit dem Winkelhebel auf einer Welle befestigten Hebelarm c greift die Zugstange z an, an deren Ende sich ein ösenartig gestalteter Handgriff befindet. Im eingerückten Zustande, wie in der Abbildung gezeichnet, greift die Öse der Zugstange über einen hakenförmigen Stift. Wird die Öse vom Stift genommen, so bewirkt das auf dem Hebel c befestigte Gewicht selbstthätig eine Aufwärtsbewegung des Winkelhebels; der Hebel b verlässt den hinteren Flansch, während gleichzeitig die am Hebel a befestigte Pratze zwischen beide Flansche tritt. Da der auf der Wellenleitung festgekeilte Kupplungsteil an seinem Flansch eine Schraubenlinie trägt, so drängt beim Eingriff des Hebels a dieser den mit der Betriebsriemscheibe fest verbundenen Kupplungsteil ab, die Klauen kommen ausser Eingriff, und das betreffende Getriebe steht, wie beabsichtigt, still.

Fig. 409 und 410.



Klauenkupplung der Maschinenfabrik „Cyklop".

Diese Bauart, sowie die im Kapitel „Notausrückungen" beschriebene Klauenkupplung von Seiffert sind der Rosthorn'schen vorzuziehen. Alle Bauarten haben gegenüber den früher gebräuchlichen Ausrückvorrichtungen mit Handhebel u. dergl., die sich namentlich bei schnelllaufenden Wellen schwer ausrücken liessen, den Vorzug, dass bei ihnen der Schnellgang der Wellenleitung vorteilhaft auf die Ausrückbarkeit derselben wirkt. Wird beispielsweise bei 180 Umdrehungen in der Minute die Auslösung während einer Umdrehung bewirkt, so muss die Trennung der Wellenstränge in $\frac{60}{180} = \frac{1}{3}$ Sekunde sicher erfolgen.

Zur Beurteilung der Grenzen der Brauchbarkeit der Klauenkupplungen überhaupt sei schliesslich erwähnt, dass mit dem Ausrücken die Berührungsflächen abnehmen und dass infolgedessen die spezifische Pressung zunimmt; im Augenblick der Entkupplung wird diese unendlich. Die alsdann vorhandene äusserst hohe Materialbeanspruchung kann leicht zu Kantenabbröckelungen Veranlassung geben, die um so eher eintreten werden, je mehr Zeit dem Material gelassen wird, die hohen Druckspannungen in sich aufzunehmen, da jede Formveränderung eine

gewisse Zeitdauer zu ihrer Ausbildung in Anspruch nimmt.[1]) Für schnellgehende Wellenstränge sind demnach die selbstthätig ausrückbaren Klauenkupplungen vorteilhaft. Die Höhe der Umdrehungszahl lässt sich auch zum Teil, z. B. bei schweren Walzwerkskupplungen, durch wachsende Steigung der Schraubenlinie ersetzen; doch auch dieses Mittel hat seine Grenzen, da die Rückwirkungen, welche hieraus in der Kupplung, der Ausrückpratze und der Wellenleitung entstehen, schliesslich zu unbrauchbaren, schwerfälligen Bauarten führen, wenn man Brüche vermeiden will.

In neuester Zeit wird durch das Eisenwerk Wülfel vor Hannover und die Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Dessau die nachstehend beschriebene Zahnkupplung eingeführt, welche, als Notausrückung verwendet, besondere Beachtung verdient.

Diese Hildebrandt'sche Zahnkupplung unterscheidet sich von den bisherigen Bauarten vorteilhaft dadurch, dass der verschiebbare Kupplungsteil nicht mehr direkt auf dem Wellenstrange sitzt und die Zähne eine zweckmässigere Form haben. Bei ihr sitzen nämlich die beiden Kupplungsteile a und b (Fig. 411 und 412) fest und unwandelbar auf den beiden Wellenenden, während bei allen bisher üblichen Bauarten nur der eine dieser Teile fest, der andere dagegen auf der getriebenen Welle längs eines Stahlkeils verschiebbar war. In der hierdurch auf die verhältnismässig kleinen Flächen der Keilfedern wirkenden hohen Pressung (vergl. die Ausführungen S. 571) war der Hauptgrund zu suchen, weshalb die bisherigen Klauenkupplungen während des Ganges der Wellenleitung schwer ausrückbar waren und die einzelnen Kupplungsteile einer schnellen Abnutzung unterlagen. Die Hildebrandt'sche Bauart vermeidet diesen Übelstand in geschickter Weise durch Einschaltung eines dritten Kupplungsteils c, der auf der Nabe des auf der getriebenen Welle g sitzenden Teils b lose gelagert ist. Alle drei Kupplungsteile besitzen je vier Zähne, die derartig angeordnet sind, dass die treibende Welle t mit dem auf ihr befestigten Kupplungsteil a rotieren kann, ohne die anzutreibende Welle mitzunehmen. Wenn der auf dem Teil b bewegliche dritte Teil c in der Richtung der treibenden Welle verschoben wird, so tritt er mit seinen Klauen zwischen die Klauen der beiden festen Teile a und b und bewirkt das Kuppeln. Durch Zurückziehen von c wird die Kupplung wieder gelöst. Die ineinander greifenden Zähne dieser neuen Kupplung haben nicht mehr die bisher übliche Form der Sharp'schen Klauenkupplung (Fig. 404 und 405), sondern sind nach Art der Ausdehnungskupplung (Fig. 401 bis 403) gebildet, wodurch die Betriebsdauer der Kupplung wesentlich erhöht wird. Da sie ausserdem leicht und bequem, auch für grössere Kraftübertragungen, von Hand ausgerückt werden kann, so ist die Hildebrandt'sche Zahnkupplung als Notausrückung

Fig. 411.

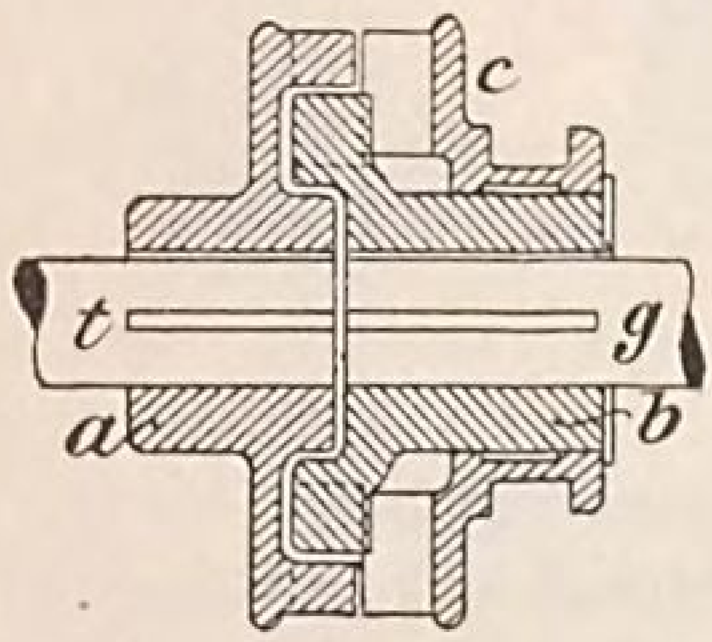
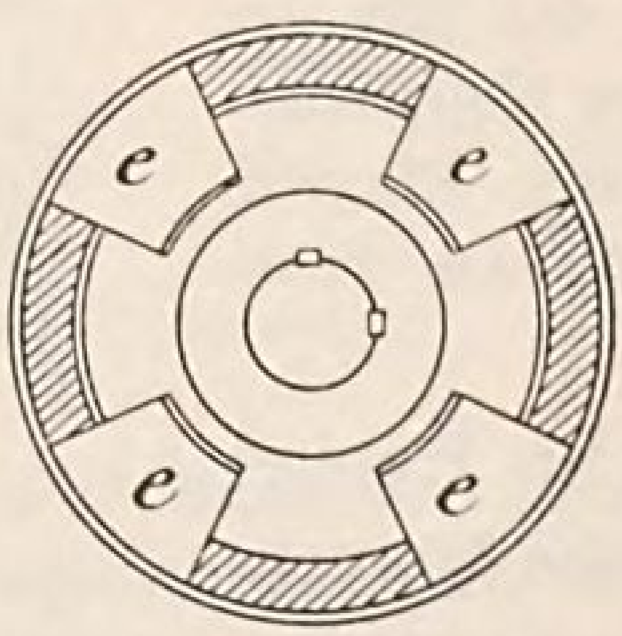


Fig. 412.



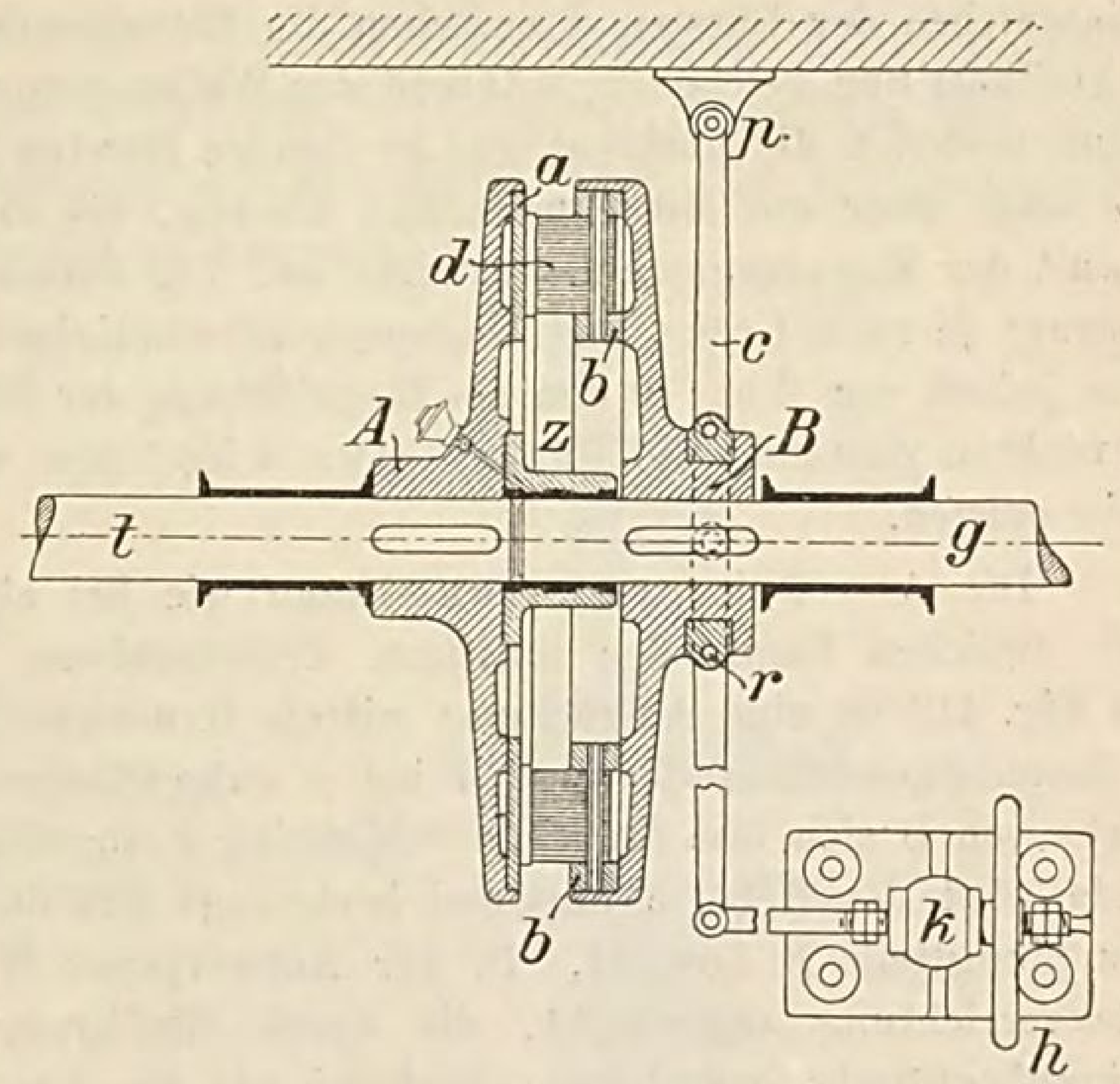
Zahnkupplung von Hildebrandt.

[1]) Vergl. Bach, Elastizität und Festigkeit, S. 12, 35 u. 36. Berlin 1889/90.

und in solchen Fällen zu empfehlen, wo die Wellenverbindungen nur selten zu lösen sind und für das Einrücken der Stillstand des Triebwerks abgewartet werden kann.

Wenn an dieser Stelle die Klauenkupplungen verhältnismässig eingehender als die übrigen zur Zeit üblichen Systeme behandelt worden sind, so ist das in der Absicht geschehen, die Konstrukteure auf die in der Grundidee für die Unfallverhütung vorzügliche, scheinbar aber in Vergessenheit geratene Kupplungsart wieder aufmerksam zu machen.

Fig. 413.



Längsschnitt.

Fig. 414.

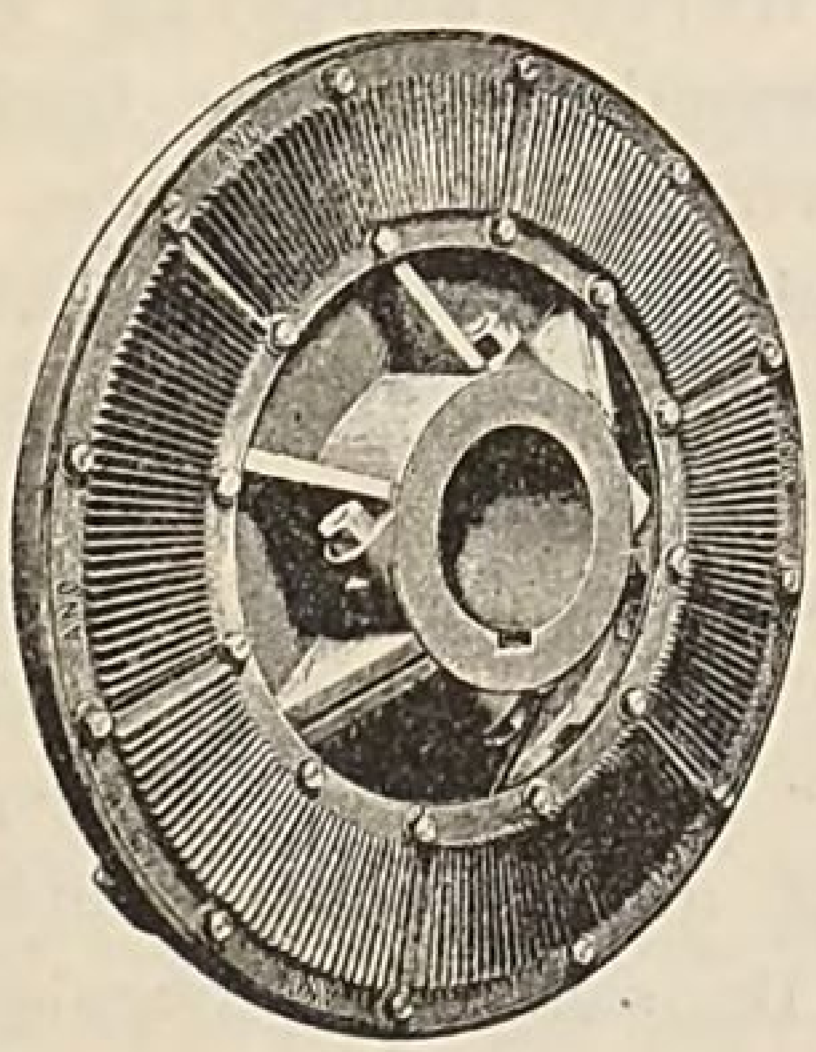
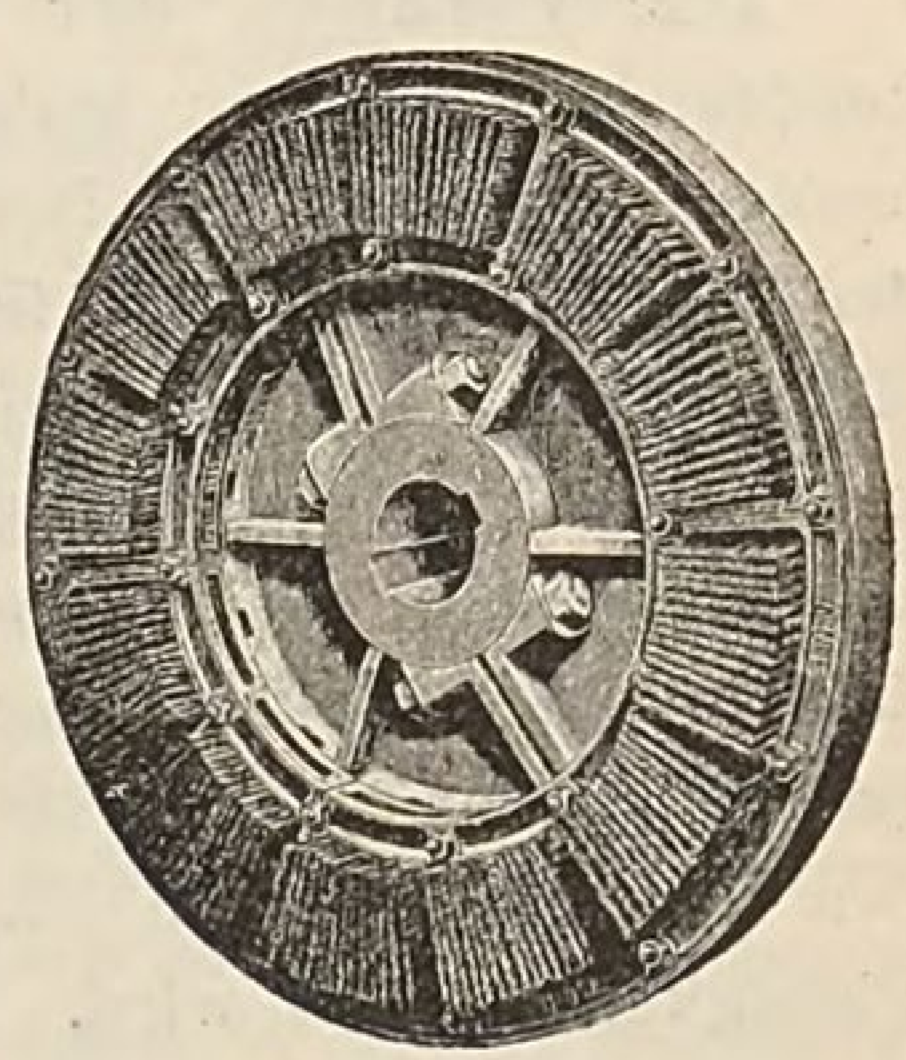


Fig. 415.



Ansicht.

Lösbare Bürstenkupplung von G. Luther in Braunschweig.

Als Versuch in dieser Richtung kann die lösbare Bürstenkupplung der Maschinenfabrik G. Luther in Braunschweig angesehen werden, die eine vollständige Neugestaltung der Idee der Klauenkupplung enthält. Während bei den bisher üblichen Klauenkupplungen in der Regel je drei starre Klauen- oder Zähnepaare ineinandergreifen, wird hier der Kupplungsschluss durch mehr als hundert elastische Bürstenbündel bewirkt, die in gegenüber gelagerte Vertiefungen treten, wie dies Fig. 414 und 415 ersichtlich machen. Die Details der Konstruktion dieser interessanten Kupplung zeigt Fig. 413.

Dieselbe besteht wie alle übrigen Kupplungen aus zwei Hauptteilen. Auf dem treibenden Wellenstrange t sitzt unwandelbar befestigt der Teil A, während der andere Teil B auf dem angetriebenen Wellenstrange g in der Längenrichtung der Wellenachse verschiebbar angeordnet ist. Auf der Innenfläche von A sind konzentrisch die

mit radial stehenden Mitnehmerzähnen versehenen Segmente a, auf B die ebenfalls konzentrischen Segmente b angeschraubt, die Stahldrahtbürsten tragen, welche genau in die Mitnehmerzahnlücken passen. Die Teilung ist derartig gewählt, dass in jeder beliebigen Stellung der Teile A und B zu einander auch jede zur Wirkung kommende Bürstenreihe in eine der gegenüberstehenden Zahnlücken genau eingreift, so dass ausser Wirkung nur diejenigen Zähne oder Bürsten sein können, die den Zwischenräumen an den Teilstellen der Segmente gegenüberstehen. Der Schluss der Kupplung wird durch Einschieben der Bürsten d zwischen die Mitnehmerzähne z bewirkt. Dies kann indess vorteilhaft nur geschehen, während der Wellenstrang sich im Betriebe befindet. Alsdann schleifen die übrigens gut zu ölenden Bürsten unter entsprechender Durchbiegung so lange über die Mitnehmerzähne hinweg, bis die volle Eingriffstiefe erreicht und damit der Kupplungsschluss bewirkt ist. Die Verschiebungslänge des Kupplungsteils B beträgt je nach Grösse und Umfangsgeschwindigkeit der Kupplung 10 bis 15 mm, wovon jedoch nur 6 bis 10 mm als Eingriffstiefe der Bürsten zu rechnen sind, da im ausgerückten Zustande die Bürsten etwa 4 bis 5 mm von den Mitnehmerzähnen entfernt sein müssen.

Die Ausrückvorrichtung kann wie bei allen lösbaren Kupplungen je nach der örtlichen Lage oder sonstigen Erfordernissen verschiedenartig gestaltet werden. In Fig. 413 ist eine Ausrückung mittels Handrades h und Schraube k gezeichnet. Die Schraubenspindel greift an den bei p aufgehängten Hebel c, in welchen der auf der Nabe von B sich lose drehende Schleifring r eingeschaltet ist. Durch Drehen am Handrade wird der Hebel c hin- und herbewegt und dadurch das Ein- und Ausrücken des Kupplungsteils B bewirkt. In der Antwerpener Weltausstellung war u. a. eine Ausrückvorrichtung angebracht, die durch Einfügung besonderer Stellhebel und eines schraubenförmig geschlitzten Schleifringes die Aus- und Einrückung mittels Ketten- und Seilzuges von entfernt gelegenen Punkten aus gestattete. Diese Einrichtung lässt sich auch leicht für elektrische Ausrückung umgestalten.

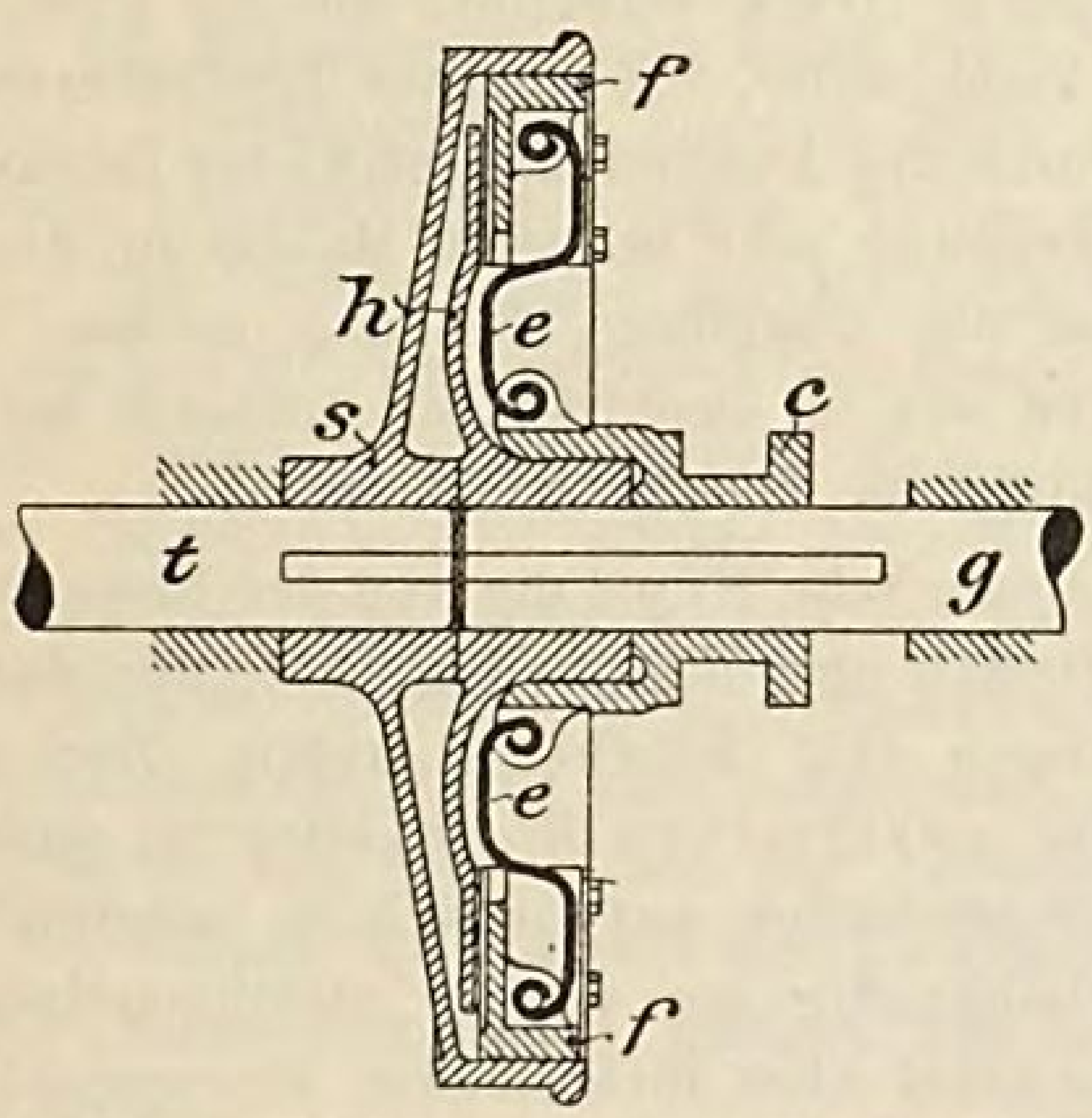
Die Vorzüge der Bürstenkupplung gegenüber den Klauenkupplungen bestehen insbesondere in ihrer leichten Aus- und Einrückbarkeit während des Betriebes, gegenüber den Reibungskupplungen in der Unempfindlichkeit bei etwaigen Veränderungen in der Wellenlagerung und der geringen Erwärmung der Kupplungsteile. Ausserdem kann jede Hälfte der Kupplung, bezw. jeder der beiden Wellenstränge als treibender benutzt werden. Für die Unfallverhütung ist wichtig, dass die Bürstenkupplung Schutz gegen Brüche bietet, da bei zu grosser Beanspruchung der Kupplung die Bürstenbündel sich biegen, an den Zähnen schleifen und dadurch die Kupplung selbstthätig ausser Thätigkeit gesetzt wird. Da sich die Bürstenkupplung auch leicht für Fernausrückung (s. S. 640 ff.) einrichten lässt, so kann sie als Notausrückung zu weiteren Versuchen bestens empfohlen werden.

Lösbare Reibungskupplungen. Von den eingangs genannten lösbaren Kupplungsarten haben die Reibungskupplungen die weitaus grösste Verbreitung gefunden. Es ist auch nicht zu leugnen, dass Kupplungen, deren Hälften durch die zwischen ihnen erzeugte Reibung ein-

ander mitnehmen, zum Aus- und Einrücken sehr geeignet sind, weil das blosse Nachlassen der die Reibung erzeugenden Kraft bereits die Ausrückung bewirkt und die Wiedereinrückung unter allmählicher Beschleunigung des zu treibenden Teils, also unter Vermeidung von Stössen leicht herbeigeführt werden kann. Die Grösse der Kraftübertragung ist abhängig von der Grösse der in Thätigkeit tretenden Reibungsflächen.

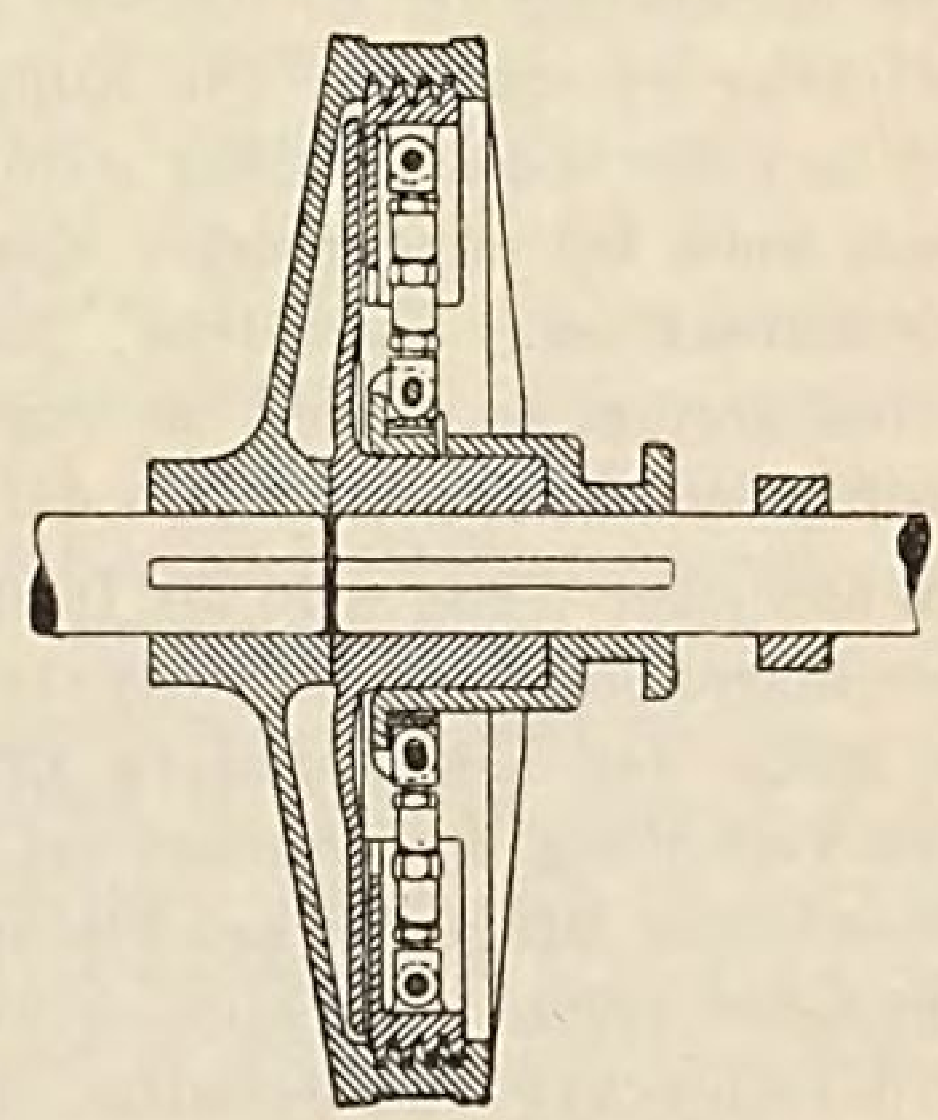
Nach der Form der sich reibenden Flächen lassen sich die Reibungskupplungen einteilen in Kegel-Reibungskupplungen, Lamellen-Reibungskupplungen und Zylinder-Reibungskupplungen; nur die letztgenannten wollen wir hier an zwei Beispielen besprechen.

Fig. 416.



Bauart der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft mit glatten Bremsbacken.

Fig. 417.



Bauart Polysius mit geriffelten Bremsbacken.

Dohmen-Leblanc'sche Reibungskupplung.

Fig. 416 zeigt die Reibungskupplung nach Dohmen-Leblanc von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Dessau (D. R.-P. 16952) im Schnitt mit glatten Bremsbacken; für grössere Kraftübertragungen wird dieselbe Kupplung mit geriffelten Bremsbacken ausgeführt (s. Fig. 417). Auf der angetriebenen Welle g sitzt die Hülse c, welche sich mit der Welle g dreht und sich auf derselben verschieben lässt. Auf der treibenden Welle t sitzt fest die Scheibe s. Durch Vorschiebung der Hülse c auf der Welle g werden mittels der hakenförmigen Druckstange e die vier Gleitklötze f in einem auf g festsitzenden Armkreuze h verschoben und entweder gegen die innere Ringfläche der Scheibe s gedrückt oder von dieser entfernt. Im ersteren Falle wird durch die entstehende Reibung die Welle t mit g verkuppelt, im letzteren Falle dagegen wird die Reibung aufgehoben, und es erfolgt Stillstand der Welle g, sobald die Kupplung gelöst ist. Die hakenförmigen Schubstangen e, welche aus Stahl gefertigt werden, sind elastisch und können dem entsprechend in der Druckrichtung nachgeben. Sie werden beim Einrücken der Kupplung über die Mittelebene hinausgeschoben, wodurch Selbstauslösung verhindert ist. Bei kleinen Geschwindigkeiten ist es ohne wesentlichen Einfluss, ob die Welle g die stetig sich drehende Antriebswelle ist, oder die Welle t. Man vermeide jedoch, die Welle g zur Antriebswelle zu nehmen, insbesondere bei grösseren Umlaufgeschwin-

digkeiten. Man sorge vielmehr dafür, dass die Kupplungshülse s stetig umläuft, weil dann im ausgerückten Zustande die Bremsklötze in Ruhe sind und die Fliehkraft derselben, welche sich durch andauernden Druck auf den Ausrückring schädlich äussert, nicht erst durch eine besondere Vorrichtung aufgehoben zu werden braucht.

Die Vorzüge dieser Kupplung sind folgende: Sie kann jederzeit ein- und ausgerückt werden, gleichviel ob die Wellen im vollen Betriebe sind oder nicht. Durch die Einschaltung der elastischen Glieder wird es möglich, einen Druck auszuüben, welcher allmählich wächst, wenn man die Kupplung einrückt. Hieraus ergiebt sich stossfreies Einrücken der Kupplung. Die durch die vier Gleitklötze ausgeübten Druckwirkungen sind gleich gross, daher wird Verschiebung der Wellenenden gegen einander vermieden. Die Abnutzung der Gleitklötze ist wegen des grossen Reibungsdurchmessers gering und ohne wesentlichen Einfluss auf die Wirkung der Kupplung, weil die Federkraft der Druckstangen so gewählt wird, dass auch bei grösserer Abnutzung der Gleitklötze genügender Druck verbleibt, um die gewünschte Bremswirkung zu erzielen. Die Kupplung kann selbst bei grösster Kraftübertragung jederzeit mit der Hand ausgelöst werden. Durch die Anwendung geriffelter Bremsklötze kann man auch bei unbegrenzter Kraftübertragung sehr bequeme Maasse in der Ausführung beibehalten. Verschleiss, Nachlassen der Kupplung, Reibung in den Nebenteilen sind gering, da sowohl im eingerückten wie im ausgerückten Zustande bei guter Ausführung alle Kräfte innerhalb der Kupplung im Gleichgewicht sind.

In ähnlicher Weise wird die Dohmen-Leblanc'sche Kupplung von der Eisengiesserei und Maschinenfabrik von G. Polysius in Dessau ausgeführt (Fig. 417), nur dass hier an die Stelle der hakenförmigen Druckstangen vier Kniehebel treten. Zur gleichmässigen Verteilung des Druckes auf die vier geriffelten Bremsklötze ist ausserdem eine gemeinsame Ringfeder aus Flachstahl eingeschaltet, auf die sich die unteren Enden der Kniehebel stützen; dieselbe bewirkt gleichzeitig ein sanftes gleichmässiges Einrücken der Kupplung und gestattet, die Kniehebel über ihre Ebenen hinauszuschieben, wodurch die Kupplung im eingerückten Zustande geschlossen bleibt und das Selbstausrücken vermieden wird.

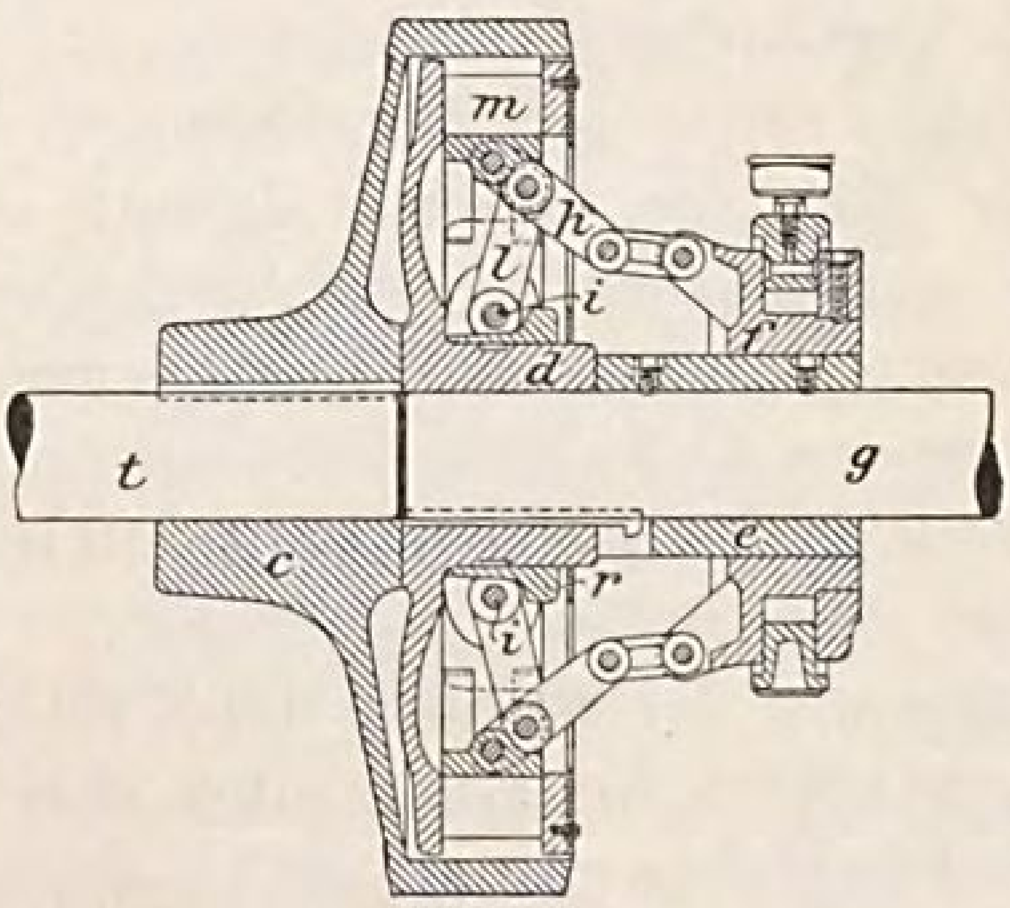
Die Dohmen-Leblanc'sche Kupplung erfordert im allgemeinen zu ihrer stetigen guten Bereitschaft und Wirksamkeit eine sorgfältige Reinhaltung der Gleitflächen von Staub und verharztem Öle, sowie einen sehr sorgfältigen Einbau. Das Einrücken der Kupplung darf nicht durch einen Ruck, sondern muss allmählich geschehen, da beim plötzlichen Kupplungsschluss Stösse durch das schnelle Einrücken der Massen unvermeidlich sind. Zur Verminderung des ziemlich starken Anpressungsdruckes zwischen Schleifring und Gleitmuff, sowie zur Gewinnung kleiner Kupplungsdurchmesser für grössere Kraftübertragungen sind statt der glatten Reibklötze geriffelte Reibflächen anzuwenden. Diese haben gegenüber den ersteren den Nachteil, dass sie sich infolge kleiner Verschiebungen leicht festklemmen, bezw. festfressen und hierdurch die Wirkung der Kupplung beeinträchtigen können. Auch lässt die Anwendung glatter Bremsflächen eine kleine Verschiebung der Wellen in axialer Richtung zu, ohne dass das Funktionieren der Kupplung schädlich beeinflusst oder vorzeitiger Verschleiss herbeigeführt wird.

Neben der Dohmen-Leblanc'schen Bauart hat unter den lösbaren Reibungskupplungen die Reibungskupplung von Oeser, ausgeführt von der Peniger Maschinenbaufabrik und Eisengiesserei (vorm. Adolf Oeser Nachfolger) in Penig (D. R.-P. No. 34701), die weiteste Verbreitung gefunden. Fig. 418 (S. 578) zeigt einen Längsschnitt derselben. Auf dem Ende der treibenden Welle t sitzt fest die Kuppelscheibe c, auf dem anstossenden Ende der getriebenen Welle g sitzt ebenfalls fest die Mitnehmerscheibe d und die Hülse e, auf welcher der Ausrückmuff f lose und verschiebbar angeordnet ist. Durch Verschiebung des letzteren werden vermittels des Kniehebelmechanismus hl die beiden sich gegenüberliegenden Keile m radial verschoben und dadurch die in einer Rille am äusseren Umfange der Mitnehmerscheibe liegenden und mit derselben verbundenen beiden gusseisernen Halbringe (Bremsbacken) entweder gegen den inneren Umfang der Kuppelscheibe c gepresst oder von demselben abgezogen. Im ersteren Falle wird durch die entstehende Reibung die Mitnehmerscheibe nebst ihrer Welle in Betrieb gesetzt, d. h. die Welle g mit Welle t verkuppelt, im anderen Falle wird diese Reibung aufgehoben, mithin die bestehende Verbindung der beiden Wellen gelöst und der Stillstand der Welle g herbeigeführt. Die Druckschenkel der M-förmig gestalteten Keile m gleiten zwischen den keilförmig gestalteten Endlappen der Bremsbacken-Halbringe und treiben letztere beim Aufgange auseinander, hierdurch Kupplungsschluss bewirkend. Die aus Stahl gefertigten Druckkeile sind infolge ihrer M-förmigen Gestalt elastisch, wodurch erreicht wird, dass der Kniehebelmechanismus über seine Mittellage hinausgedrückt werden kann, so dass ein selbstthätiges Ausrücken der Kupplung ausgeschlossen ist. Die Bolzen i des Kniehebelmechanismus sind exzentrisch ausgebildet, wodurch ein genaues Einstellen der Kniehebel und somit auch der Federdruckkeile und der Bremsbacken ermöglicht wird. Die beiden Stützpunkte der Kniehebel sind in einem Ringe r gelagert, der die Nabe der Mitnehmerscheibe umfasst und auf dieser in der Richtung der Federkeile gleiten kann.

Die Vorzüge dieser Kupplung sind folgende: Sie gestattet jederzeit, auch im vollen Betriebe, ein sofortiges Ein- und Ausrücken. Durch die federnden Stahlkeile wird ein sanftes, vollkommen stossfreies Einrücken erzielt, indem durch dieses elastische Zwischenglied ein allmähliches Anwachsen des auszuübenden Druckes bewirkt wird. Durch die eigenartige Lagerung der beiden Stützpunkte der Kniehebel stellen sich die Federkeile so ein, dass sie einen vollkommen gleichmässigen Druck ausüben, wodurch eine gewaltsame radiale Verschiebung der beiden Wellenenden gegen einander vermieden wird. Der Verschleiss der Bremsbacken ist, da fast der ganze Umfang der Kuppelscheibe als geschlossene Reibungsfläche wirkt, äusserst gering und ohne Einfluss auf die Wirkung der Kupplung, da durch die exzentrischen Bolzen eine Nachstellbarkeit der Kniehebel geschaffen wird, die sowohl der Abnutzung der Bremsbacken wie auch der erforderlichen Kraftwirkung entsprechend erfolgen kann. Bei Anwendung glatter anstatt geriffelter Bremsflächen, wie solche bei der Dessauer Bauart vorhanden sind, ist eine kleine Abweichung von der zentrischen Lage der beiden Wellenenden ohne Einfluss auf das sichere Funktionieren der Kupplung. Das Ein- und Ausrücken der

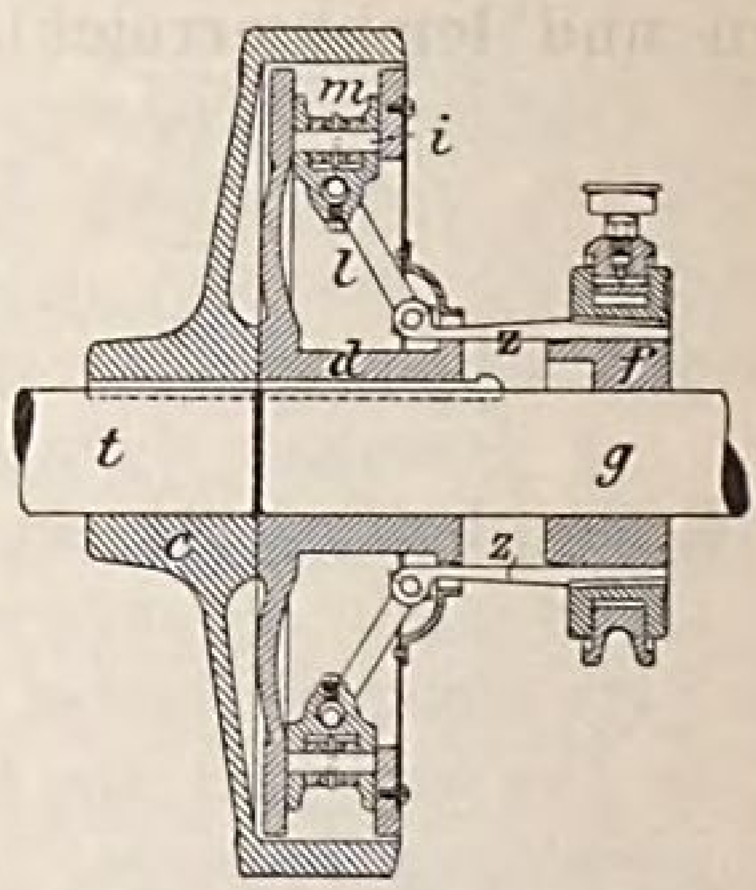
Kupplung erfolgt leicht und ohne nennenswerten Kraftaufwand. Sie hat den Vorzug vollständiger Druckausgleichung der angepressten Bremsbacken, und die Reibflächen sind durch die hintere Verschlussplatte gegen Staub ausreichend geschützt.

Fig. 418.



Bauart Penig.

Fig. 419.



Bauart Wülfel.

Oeser'sche Reibungskupplung.

Etwas abweichend von der vorstehend beschriebenen Bauart wird die Oeser'sche Kupplung durch das Eisenwerk Wülfel in Wülfel vor Hannover ausgeführt (Fig. 419). Die beiden Halbring-Bremsbacken werden hier an Stelle der Federdruckkeile durch zwei in radial verschiebbaren Gleitstücken angelagerte Kniehebel gegen den inneren Umfang der Kuppelscheibe gepresst. In beiden Fällen werden die Gleitstücke m weiter durch die Kniehebel ll bewegt. Während dagegen diese Kniehebel bei der Peniger Ausführung sich auf einen konischen, die Nabe der Mitnehmerscheibe d umfassenden, besonderen Ring r stützen und die Kniehebelbewegung durch ein besonderes, am Gleitmuff f befestigtes Hebelwerk eingeleitet wird, stützen sich bei der Wülfeler Ausführung die Kniehebel l direkt auf die beiden, am verschiebbaren Muff f befestigten Blattfedern zz. Letztere Bauart ist somit etwas kompendiöser als erstere. Zur Ausgleichung der im Laufe der Zeit in beiden Bauarten auftretenden kleinen Abnutzungen dienen hier wie dort exzentrische Bolzen ii, die bei „Penig“ unten am Ringe r, bei „Wülfel“ oben in den Gleitstücken mm gelagert sind.

Beide Bauarten sind in ihren Details vorzüglich durchgebildet und können sowohl als Arbeitskupplung für stossfreies Lösen und Verbinden zweier Wellenstränge, wie als Notausrückung bestens empfohlen werden.

Die lösbaren Kupplungen sind in hohem Maasse geeignet, die zahlreichen und schweren durch Wellenleitungen bedingten Unfälle einzuschränken. Es sollte daher in keiner Unfallverhütungsvorschrift eine Bestimmung wie etwa die nachstehende fehlen: „Der Hauptantrieb einer jeden Wellenleitung ist, soweit die baulichen Anlagen dies gestatten, so einzurichten, dass er von jedem Arbeitsraume aus selbstständig stillgestellt werden kann. Bei Um- und Neubauten ist dies Bedingung. Die Ausrückvorrichtung ist so einzurichten, dass eine selbstständige Inbetriebsetzung derselben ausgeschlossen ist. Wo eine

solche Einrichtung nicht angebracht werden kann, ist in den einzelnen Arbeitsräumen je eine Signalvorrichtung anzubringen, durch welche nach der nächsten Ausrückstelle hin ein Zeichen zum Stillsetzen der Wellenleitung oder nach der Kraftmaschine hin ein Zeichen zum Abstellen und Wiederanlassen derselben gegeben werden kann. Die Ausrückvorrichtungen und Signalstellen sind als solche augenfällig zu kennzeichnen und leicht erreichbar anzubringen."

B. Schutzvorrichtungen für Wellenleitungsteile.

Die in diesem Kapitel beschriebenen Maassnahmen zur Unfallverhütung müssen zum grössten Teil nach und nach aus den Arbeitsräumen verschwinden. Sie dürfen nur einstweilen und so lange als Notbehelf beibehalten werden, bis die Maschinenfabrikanten gelernt haben, die Schutzvorrichtungen konstruktiv mit dem betreffenden Maschinenteil zu einem einheitlichen Ganzen zu verbinden. In der Hauptsache werden freiliegende Wellen und Riemtriebe so hoch zu legen sein, dass unter ihnen, oder so tief zu legen sein, dass über sie hinweg ein ungehinderter Verkehr stattfinden kann; die Einlaufstellen der Zahngetriebe oder Reibungsräder sind möglichst durch die Maschinenkonstruktion zu verdecken, die Speichen schnelllaufender und an Verkehrswegen gelegener Riemscheiben und Zahnräder werden am zweckmässigsten durch Vollscheiben ersetzt. Selbstverständlich werden sich vorläufig selbst bei Neu- und Umbauten diese Forderungen nicht überall durchführen lassen. In diesem Falle muss aber verlangt werden, dass die an den gefahrbringenden Bau- und Maschinenteilen anzubringenden Schutzvorrichtungen dem neusten Stande der Unfalltechnik entsprechen.

a. Wellen und Wellenverbindungen.

Die im II. Abschnitt besprochene Statistik des Reichs-Versicherungsamts weist nach, dass unter den an Wellenleitungen verursachten Unfällen der höchste Prozentsatz an tötlichen Verletzungen und der zweithöchste Anteil der Verletzungen überhaupt auf die Wellen und Wellenverbindungen entfällt. Am häufigsten werden Unfälle dieser Art durch das Erfasstwerden loser Kleidungsstücke veranlasst. Es ist daher das Tragen enganschliessender Kleidungsstücke eine der besten Schutzmaassnahmen. Für Triebwerks- und Maschinenwärter muss dies unter allen Umständen verlangt werden, ferner sollte den in Maschinensälen

beschäftigten Arbeiterinnen das Tragen lose hängender Haare, freihängender Bänder, Schürzen u. dergl. verboten werden (vergl. Abschnitt VII, S. 489). Auch das Ab- und Anlegen, sowie das Aufbewahren von Kleidungsstücken in unmittelbarer Nähe bewegter Triebwerke hat häufig zu Unfällen Veranlassung gegeben und ist daher zu verbieten.

1. Schutzvorrichtungen für wagerecht laufende Wellen. Obgleich die meisten durch Wellen verursachten Unfälle durch hochgelegene Wellen herbeigeführt werden, ist bisher nicht eine einzige Vorschrift für den Schutz hochgelegener Wellen erlassen![1]) Es dürfte sich der Versuch empfehlen, diese Wellen durch Vorlegen von Flacheisenschienen an den Stellen zu schützen, von denen aus die Bedienung der Wellenleitung erfolgt. Diese Schutzstreifen können gleichzeitig zum Anlegen, bezw. Einhaken der Triebwerksleitern benutzt werden. — Lassen sich für dieselben die erforderlichen Befestigungspunkte an der Wand, der Decke, den Wellenlagern, Säulen u. dergl. nicht finden, so dürften sich für einzelne Fälle Schutzhülsen empfehlen, wie solche in Fig. 421 gezeichnet sind. In sinnreicher, wenn auch etwas komplizierter Weise ist der Schutz hochgelegener Wellen durch die Maschinenfabriken von Döring & Rückert in Charlottenburg und Möller & Blum in Berlin bewirkt (vergl. S. 654 ff.).

Niedrig gelegene Wellen werden gewöhnlich durch Holzkasten, seltener durch Blechummantelungen überdeckt. Die Norddeutsche Holz-Berufsgenossenschaft empfiehlt, mitten im Arbeitsraum auf dem Fussboden gelagerte Wellenleitungen tischartig zu überdecken (vergl. Fig. 477, S. 594), um auf diese Weise die durch kastenförmige Verdeckung verloren gehende Bodenfläche wieder nutzbar zu machen. Diese Überdeckungsart hat den weiteren Vorteil, dass gleichzeitig die Riemscheiben und die Riemeinlaufstellen mit überdeckt werden.

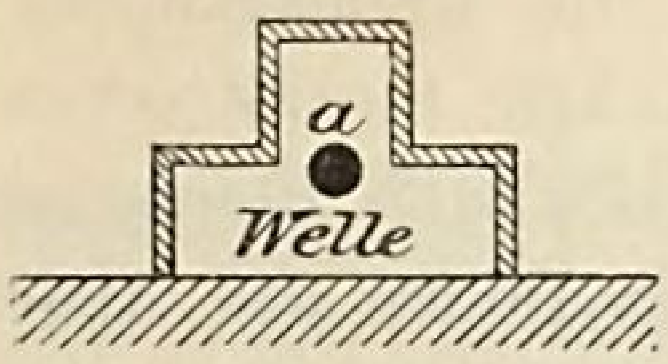
Höher als 0,5 m über dem Fussboden gelegene Wellen werden praktisch durch Geländer oder Schutzwände abgesperrt. Kreuzt ein Verkehrsweg die laufende Welle, so ist diese mit einem festen Holzkasten zu umgeben (Fig. 420, S. 581), der je nach der Höhe der Welle mit Treppenstufen und eventuell mit einseitigem Geländer zu versehen ist.

Die Mehrzahl der Berufsgenossenschaften hat in ihren Unfallverhütungsvorschriften die Bestimmung getroffen, dass alle freiliegenden Transmissionswellen, die mit ihrem tiefsten Punkte niedriger als 1,8 m über der Fussbodenoberfläche liegen, mit Schutzvorrichtungen zu umwehren sind. Diesen Schutz findet man indessen selten bis zur an-

[1]) Vergl. Platz, Die Unfallverhütungsvorschriften Bd. I, S. 82 ff. Berlin 1889.

gegebenen Höhe ausgeführt, weil einerseits die vollen Schutzwände den Fabrikraum verunzieren, andererseits die hohen Geländer leicht beschädigt werden und das Durchkriechen nicht verhindern.

Fig. 420.



Schutzkasten mit Stufe für niedrig gelegene Wellen.

Fig. 421.

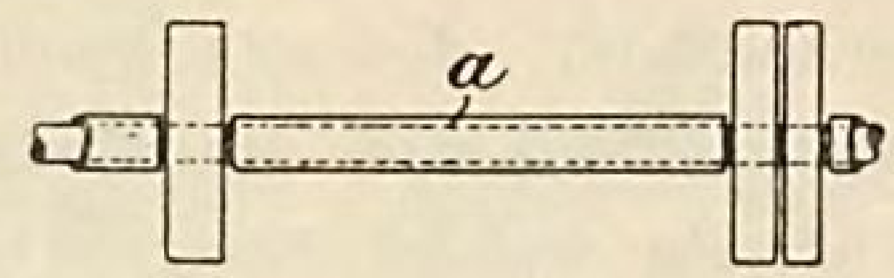
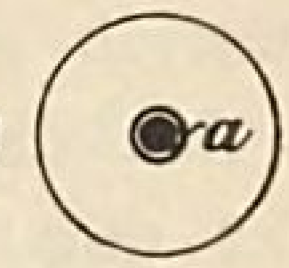


Fig. 422.



Schutzhülse für horizontale Wellen.

Für über 1 m hoch gelegene Wellen empfehlen sich statt der Schutzwehren Schutzhülsen (Fig. 421 und 422). Derartige, aus dünnem Weiss- oder Schwarzblech hergestellte Schutzhülsen haben einen um 10 bis 20 mm grösseren Durchmesser als der Wellenschaft und hängen, ohne sich zu drehen, auf der Welle; sie werden, wenn sie bei älteren Anlagen nachträglich angebracht werden, nach dem Aufbringen auf die Welle verlötet. Das Äussere der Hülse muss glatt sein. Das geringfügige Klappern auf der Welle lässt sich durch Einziehen je eines Holzringes an den Enden jeder Blechhülse vermeiden. Dieser Holzring muss aber eine Bohrung haben, die mindestens 5 mm grösser ist als der Wellendurchmesser, damit die Hülse sich nicht mit der Welle dreht, und muss innen gut poliert sein. Kreuzt ein Verkehrsweg eine 1,5 bis 2,0 m hohe Welle, so ist es sicherer, statt der beweglichen Schutzhülse eine feste Schutzmulde, d. i. eine oben offene Schutzhülse anzubringen (Fig. 423 und 424).

Fig. 423.

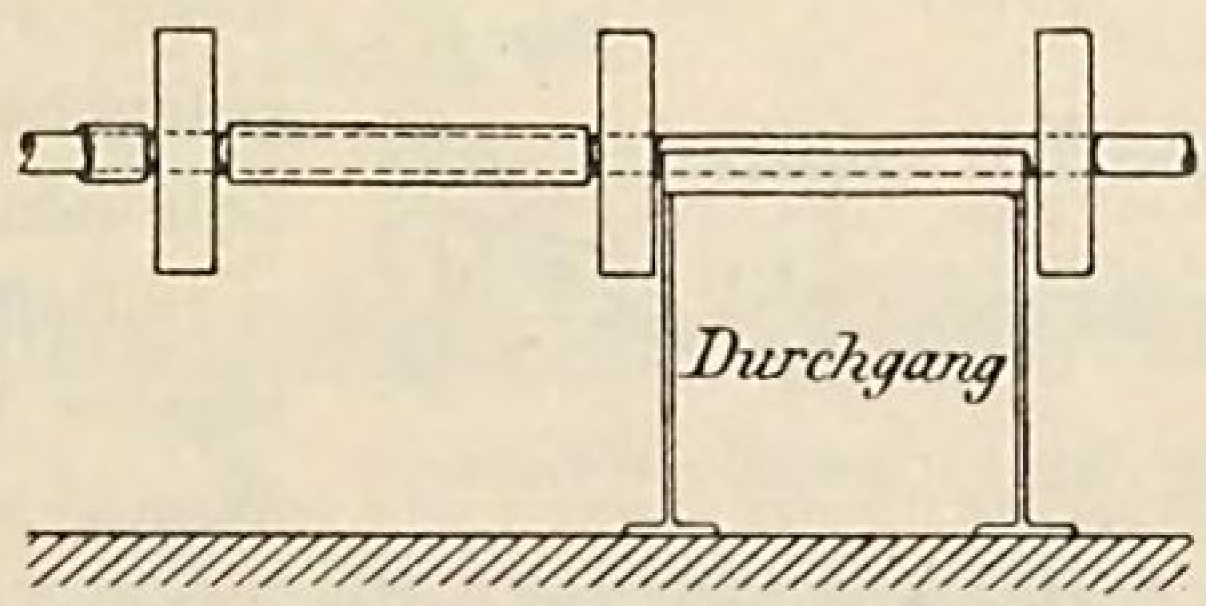


Fig. 424.

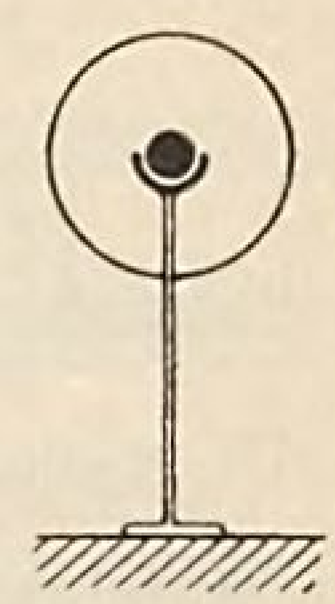


Fig. 425.

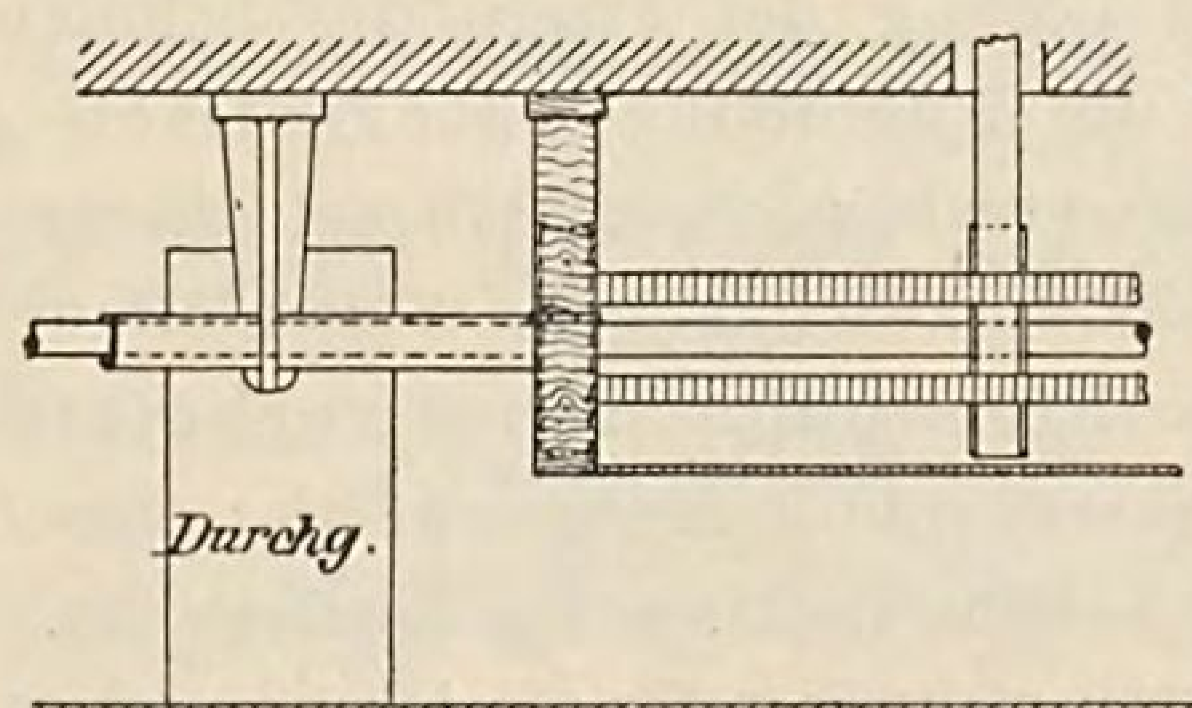
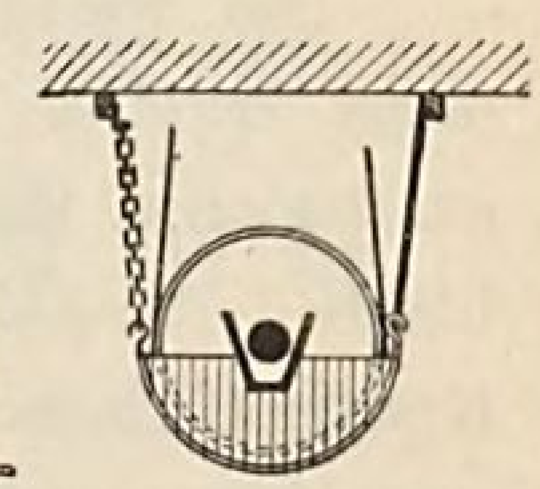


Fig. 426.



Schutz hochgelegener Wellenleitungen.

In dem offiziellen Bericht,[1]) den der Chef der englischen Fabrik-

[1]) Report of the Chief Inspector of factories and workshops for the year 1893. London 1894.

inspektion alljährlich dem Unterhause zu erstatten hat, wird für mittelhoch gelegene Betriebswellen, die einen Verkehrsweg kreuzen, die in Fig. 425 und 426 (S. 581) skizzierte Schutzvorrichtung empfohlen. Sie besteht im wesentlichen aus einer Holzrinne, welche die Welle unterhalb umschliesst. Gleichzeitig ist eine Schutzvorrichtung für die Riemscheiben und den Riemtrieb gezeichnet, die aus einem halbrunden Holzkasten besteht, der den unteren Teil der am Durchgang gelegenen Riemscheibe überdeckt und der in irgend einer Weise an der Decke des Arbeitsraumes oder sonst wie befestigt ist. Derartige Aufhängungen sind aber, wenn sie das Riemauflegen nicht unmöglich machen sollen, drehbar zu gestalten, wie dies in Fig. 426 angedeutet ist.

Für die nicht an einem Durchgange gelegenen Wellen und Riemscheiben schlägt der englische Chef-Gewerbeinspektor einen Schutz durch zwei längs der Betriebswelle angebrachte Holzbretter vor (Fig. 425). Besonders schön oder praktisch kann die ganze Vorrichtung nicht genannt werden. Wir führen dieselbe nur an, um damit anzudeuten, wie wenig ausgebildet der Schutz hochgelegener Betriebswellen überall zur Zeit noch ist.

Fig. 427.

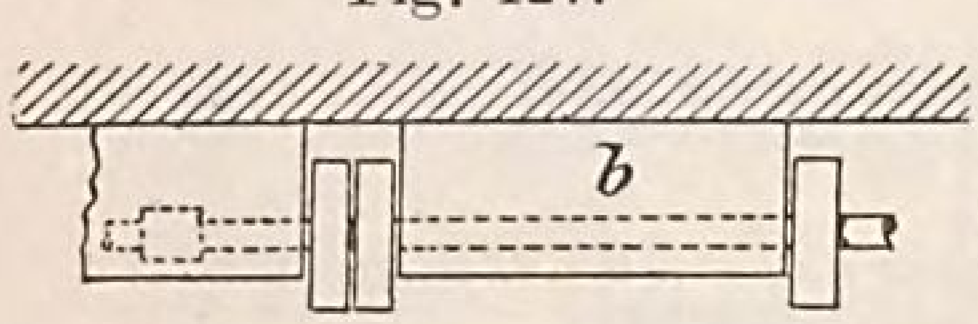
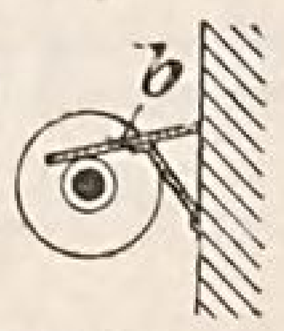


Fig. 428.



Überdachung für horizontale Wellen.

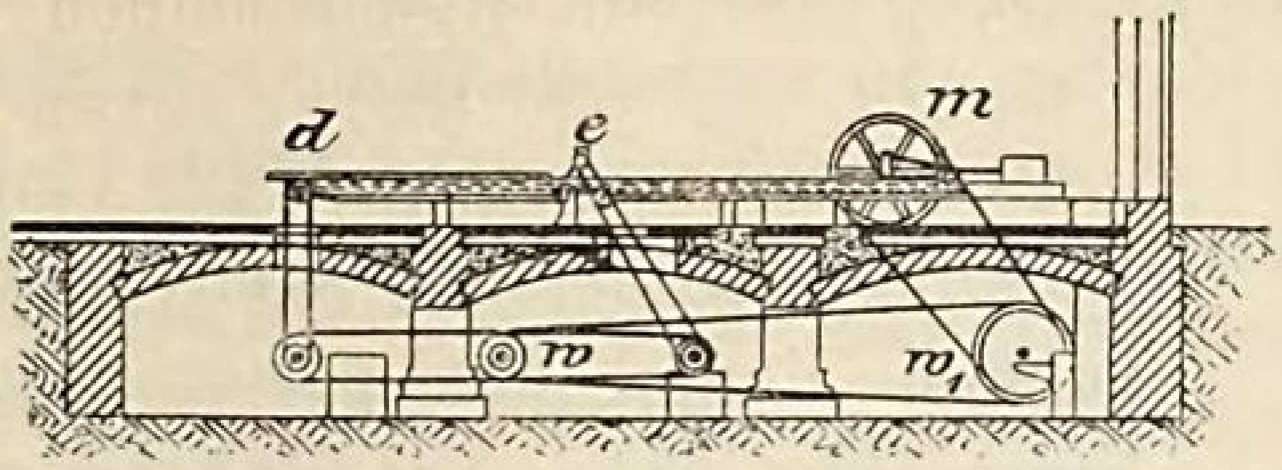
Befinden sich mittelhoch gelegene Wellen in der Nähe einer Wand, so ist die Überdachung durch ein Holzbrett b zu empfehlen, wie dies durch Fig. 427 und 428 veranschaulicht wird.

Die beste Lösung der Frage des Schutzes von Wellenleitungen ist ohne Zweifel die Anordnung unterirdisch gelegener Triebwerksanlagen. Ein mustergiltiges Beispiel dieser Art stellt die in Fig. 429 bis 432 (S. 583) veranschaulichte Wellenleitungsanlage der Tischlerei der Königlichen Eisenbahn-Hauptwerkstatt in Witten dar, welche seit sieben Jahren, ohne nennenswerthe entschädigungspflichtige Unfälle veranlasst zu haben, tadellos im Betriebe ist.

Die Hauptwellenleitung w für die Arbeitsmaschinen ist in einem gewölbten Keller unter der Tischlerei angeordnet; die Lager ll derselben sind 1 m über Kellersohle, also in bequemer Arbeitshöhe angebracht, so dass die Beaufsichtigung wie alle notwendigen Arbeiten an der Wellenleitung ohne Leiter bequem und gefahrlos ausgeführt werden können. Die ganze Wellenleitung nebst Riemscheiben, Riemen und Vorgelegen ist insbesondere noch mit Schutzgeländern umgeben, um den Triebwerkswärter vor jeder unvorsichtigen Berührung mit den Triebwerksteilen zu schützen. Die Treibriemen werden durch Öffnungen in den Kellergewölben von unten zu den Arbeitsmaschinen geführt und sind, soweit sie nicht von der Maschine selbst vollständig gedeckt werden, im Arbeitsraum mit Schutzkästen umhüllt, um jede unvorsichtige Annäherung auszuschliessen. Ebenso sind die Teile der Arbeitsmaschinen a bis f, insbesondere die schneidenden Werkzeuge derselben mit zweckentsprechenden, von der Willkür der

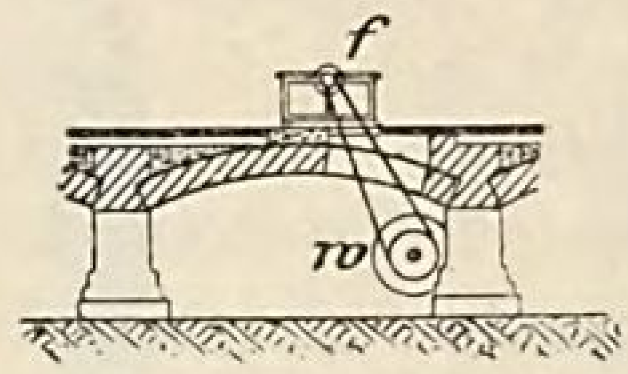
Arbeiter unabhängigen Schutzvorrichtungen versehen. Die zum Betriebe der Holzbearbeitungs- und elektrischen Lichtmaschinen dienende zweizylindrige Dampfmaschine m ist in einer besonderen, rings mit Glaswänden umschlossenen Maschinenstube in der Mitte der einen Längswand etwas über Flurhöhe aufgestellt, so dass der

Fig. 429.



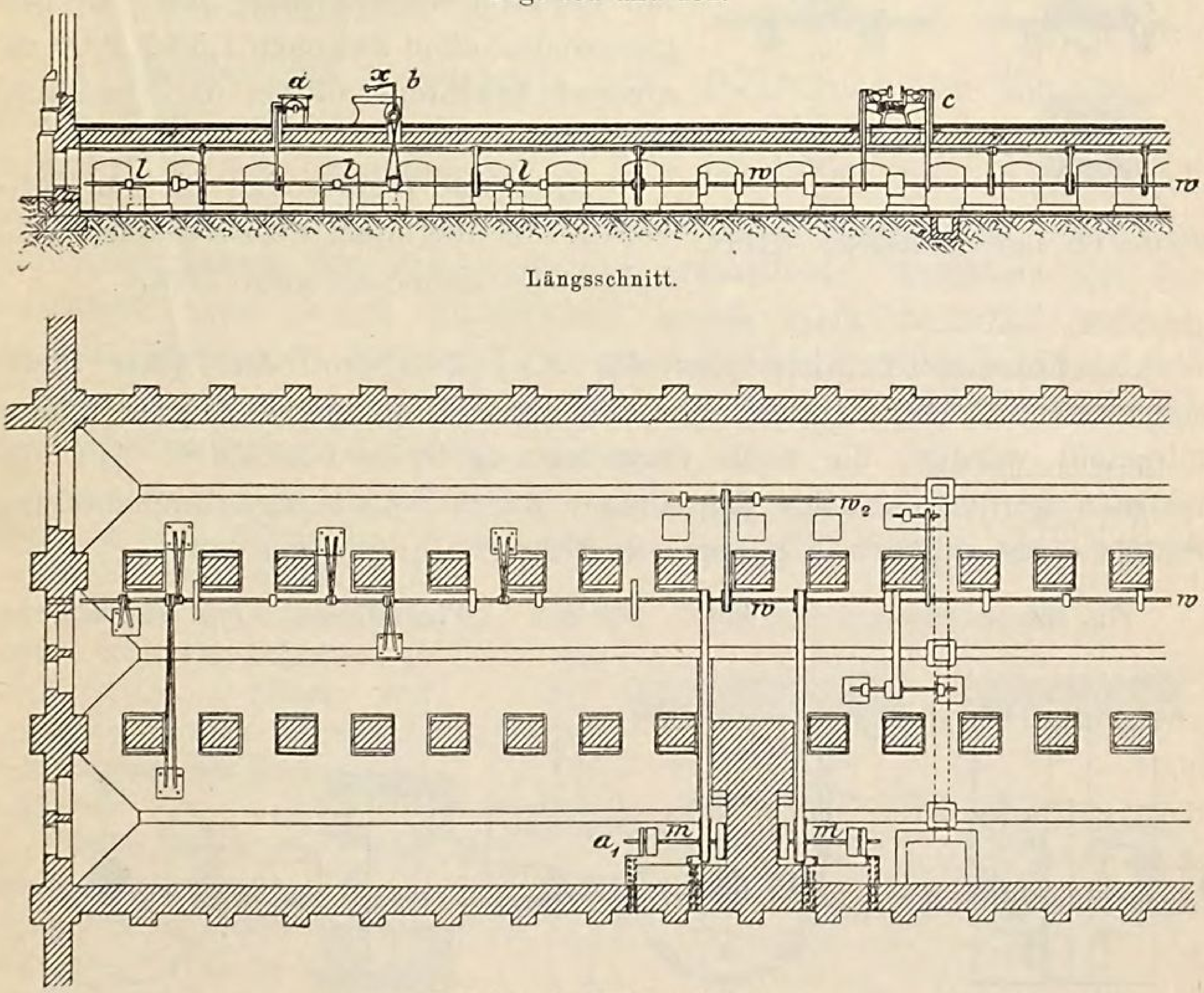
Querschnitt, Lage der Betriebsmaschine.

Fig. 430.



Querschnitt, Antrieb einer Kreissäge.

Fig. 431 und 432.



Längsschnitt.

Grundriss des Kellergeschosses.

Unterirdisch gelegene Wellenleitungsanlage einer mechanischen Tischlerei.

Dampfmaschinenwärter die ganze Tischlerei übersehen und leicht von jeder Stelle der Tischlerei aus benachrichtigt werden kann, in Notfällen die Betriebsmaschine still zu setzen.

2. Schutzvorrichtungen für aufrecht stehende Wellen. Senkrecht im Arbeitsraum durchlaufende Wellen kommen als Leitungswellen selten vor, sind aber alsdann nicht minder gefährlich als horizontale Wellen.

Insbesondere sind es die an den stehenden Wellen herablaufenden Schmiermittel, die durch ihre Klebrigkeit häufig zu Unfällen Anlass geben.

Als äusseren Schutz wendet man in der Regel vierseitige Holzkästen an, denen zweckmässig eine pyramidale Form zu geben ist, wie dies Fig. 433 veranschaulicht. In neuerer Zeit umschliesst man die Welle meist, des besseren Aussehens wegen, durch einen runden Mantel aus perforiertem Eisenblech (Fig. 434). Die Höhenangaben für die Ummantelung schwanken in den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften zwischen 1,5 bis 2,00 m; unseres Erachtens dürfte die Vorschrift genügen:

„Stehende Wellen sind bis zur Höhe von 1,8 m über dem Fussboden der Verkehrsstelle sicher zu umwehren."

Fig. 433.

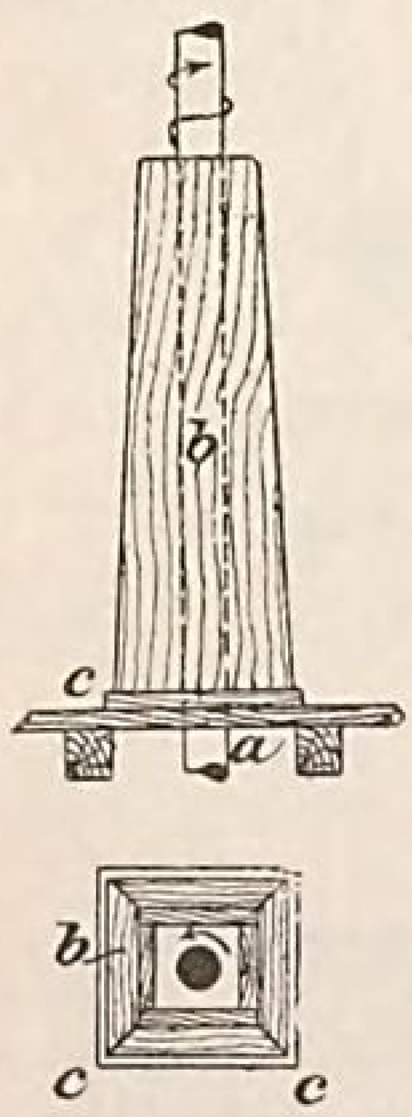
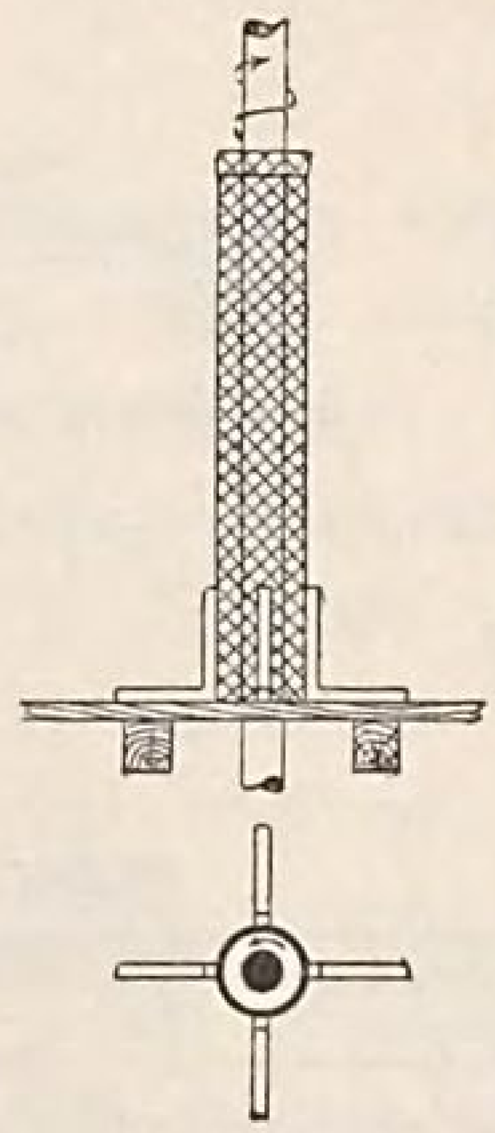


Fig. 434.



Schutz für aufrecht stehende Wellen.

3. Schutzvorrichtungen für Kupplungen. An dieser Stelle sollen nur die Schutzmittel für diejenigen Kupplungen älterer Bauart mitgeteilt werden, die noch vorspringende Teile besitzen.[1]) Am einfachsten werden derartige Kupplungen durch vollständige Ummantelung mittels eines zylindrisch gebogenen Schutzbleches geschützt.

Fig. 435.

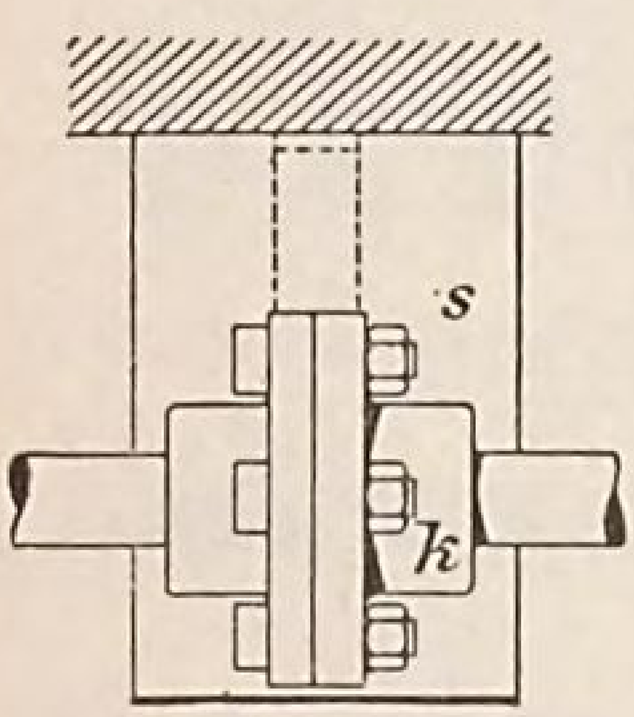
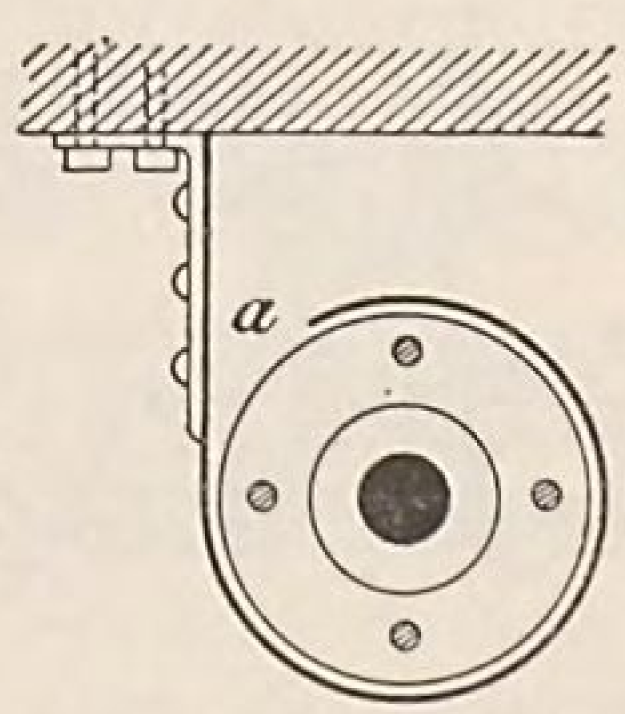


Fig. 436.



Feststehende Schutzkappe für Wellenkupplungen.

Fig. 437.

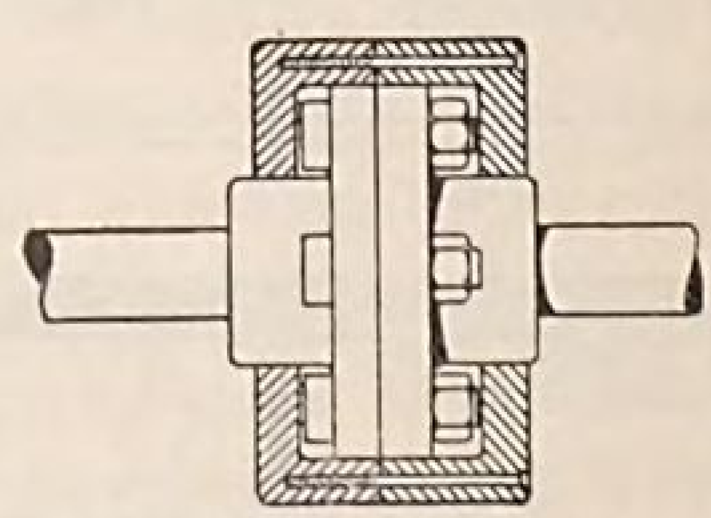


Fig. 438.



Sich drehende Schutzkappe für Wellenkupplungen.

Dasselbe wird in irgend einer Weise an der Decke, der Wand, einer Säule, einem Lager oder dergl. befestigt. Die Kupplung dreht sich alsdann innerhalb der feststehenden Schutzvorrichtung, wie dies in Fig. 435 und 436 veranschaulicht wird. Bei a ist die Ummantelung so weit offen gehalten, dass dieselbe vor ihrer Befestigung seitwärts der Kupplung über die Welle geschoben werden kann.

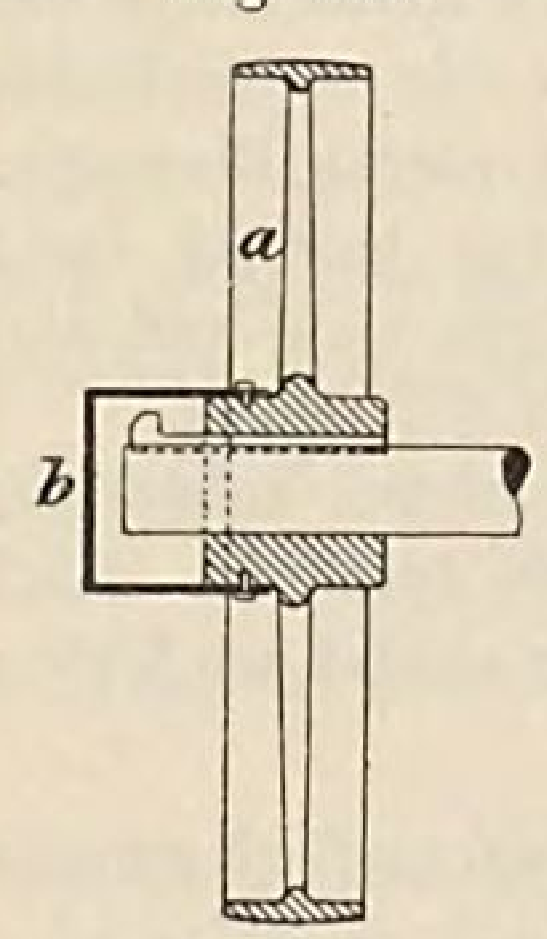
[1]) Weitere Mitteilungen über Kupplungen s. S. 564 ff.

Bequemer und leichter anzubringen sind die sich mit der Welle drehenden Schutzkappen. Dieselben sind gewöhnlich aus Weissblech hergestellt, gehen im Äussern der zu verdeckenden Kupplungsform nach und sind an den Enden durch Holzringe geschlossen. Letztere haben eine Bohrung, die etwas grösser als der Wellendurchmesser ist, und liegen lose auf der Welle. Für gewöhnlich werden sich diese, mit gut abgerundeten Ecken versehenen Schutzkappen langsam mit der Welle drehen, jedoch zum Stillstand kommen, sobald eine Aussenberührung stattfindet. Zum Zwecke des leichten Aufbringens der Schutzkappe über die Kupplung ist erstere in der Längsrichtung geteilt und mit Scharnier und Federverschluss versehen. Da aber bei derartigen Schliessvorrichtungen sich nie ganz glatte Aussenflächen erzielen lassen, so empfiehlt sich die in Fig. 437 und 438 (S. 584) skizzierte Ausführung. Dieselbe besteht aus zwei entsprechend tief ausgedrehten Holzscheiben, die auf den Kupplungsnaben fest aufsitzen; ihre Schnittflächen müssen genau auf einander passen und werden durch versenkte Holzschrauben zusammengehalten.

4. Schutz für Nasenkeile. Die Befestigung der Kupplungen, Räder, Riem- und Seilscheiben geschah früher fast ausschliesslich durch Nasenkeile; diese Befestigungsart ist sehr einfach und praktisch, da sich der Keil mit Hilfe der Nase leicht herausschlagen lässt und somit eine bequeme Lösung der Triebwerksteile ermöglicht. Trotzdem hat der Nasenkeil seiner hohen Unfallgefahr wegen dem Federkeil weichen müssen. Wieder ein Beispiel dafür, dass die neuere Technik selbst gute Konstruktionsweisen nach und nach verlassen muss, um den Anforderungen des Arbeiterschutzes Rechnung zu tragen.

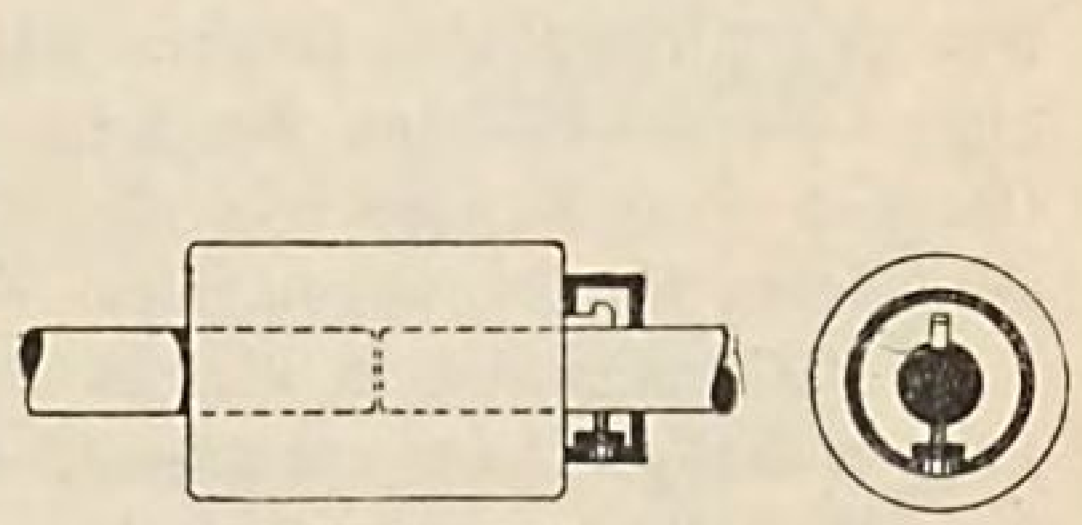
Für den Schutz der Keilnasen an Wellenköpfen ist die in Fig. 439 gezeichnete runde Schutzkappe b zu empfehlen. Gewöhnlich wird sie aus Eisenblech hergestellt und auf die Radnabe a stramm aufgetrieben oder mittels versenkter Schrauben an ihr befestigt. — Besser sind gegossene, sauber abgedrehte Schutzkappen mit abgerundeter Stirnwand.

Fig. 439.



Schutzkappe für Keilnasen.

Fig. 440 und 441.



Schutzring für Keilnasen

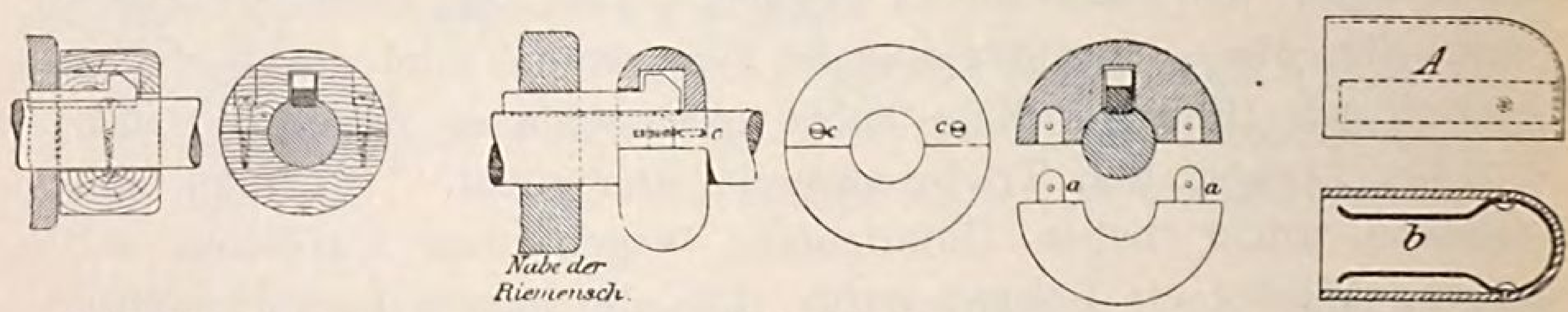
Beim Einbau von Wellen wird der Keilnasenschutz in einfachster Weise durch Aufschieben eines Holzringes auf die Welle bewirkt, der eine entsprechende Nut für Keil und Nase hat. Der hinten geschlossene und mit runden Kanten versehene Ring wird der Keilnut gegenüber durch eine versenkte Schraube in seiner Lage gehalten. Empfehlenswert und solider sind die für den gleichen Zweck aus Gusseisen gefertigten Umhüllungen (Fig. 440 und 441).

Für schwerlösliche Wellenteile müssen die Nasenkeilschützer aus zwei Teilen hergestellt werden (Fig. 442 und 443, S. 586). Von den aus Holz gefertigten

Keilverdecken ist der von Gewerberat Hägermann konstruierte gegenwärtig am gebräuchlichsten, was nicht zum mindesten den Bemühungen der Holzindustrie zu Kaiserslautern (Alb. Munzinger) zuzuschreiben ist, welche Firma diesen Nasenkeilschutz als Massenartikel anfertigt und billig in den Handel bringt. Die Normalie 5a der Norddeutschen Holz-Berufsgenossenschaft unterscheidet sich von der Hägermann'schen Ausführung nur dadurch, dass das Zusammenhalten der beiden Ringhälften statt durch Holzschrauben mittels eines aufgeschraubten Stirnbleches erfolgt.

Das Keilnasenverdeck von Bruns in Hannover (Normalie 5d der Norddeutschen Holz-Berufsgenossenschaft) besteht aus einem feinpolierten Holzringe (Fig. 444 bis 446), der in der Mitte durchschnitten ist. Der obere Teil hat eine Aussparung für die Keilnase. Beide Teile des Keilverdecks werden durch Holzdübel aa verbunden, die durch seitlich eingezogene, versenkt liegende Holzschrauben cc festgehalten werden. Die seitliche Verschiebung des Holzringes ist dadurch unmöglich gemacht, dass die Keilnase in eine entsprechende Vertiefung des Schutzringes tritt. Diese Schutzvorrichtung ist billig und unfallsicher und kann daher bestens empfohlen werden.

Fig. 442 und 443. Fig. 444 bis 446. Fig. 447 u. 448



Patent Hägermann. Patent Bruns. Patent Schmidt.

Schutz für Keilnasen.

Abweichend von den bisher erwähnten Keilverdecken ist der Keilnasenschutz von Schmidt (D. R.-P. 39266), den Fig. 447 und 448 in Ansicht und Schnitt veranschaulichen. Er besteht aus einer gusseisernen Hülse A, die hinten offen und vorn geschlossen ist. Das Aufbringen des Keilschutzes geschieht einfach in der Weise, dass man ihn mit der offenen Seite über den zu verdeckenden Nasenkeil schiebt und hierbei fest gegen die Welle drückt. Die starke Blattfeder b im Innern presst sich alsdann gegen die Seitenflächen des Keils und bewirkt das Festhalten der Schutzvorrichtung. Obgleich diese Keilverdecke die Welle nicht voll abrunden, sind Unfälle, der gut abgerundeten Kanten wegen, nicht zu befürchten.

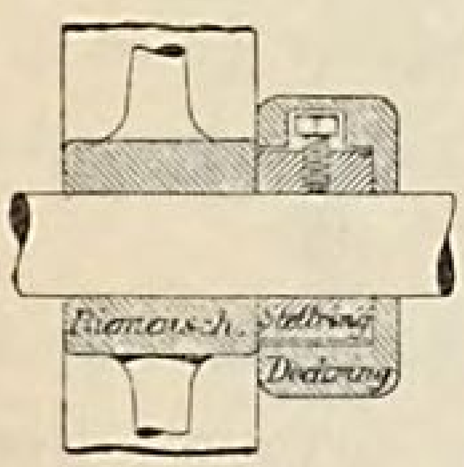
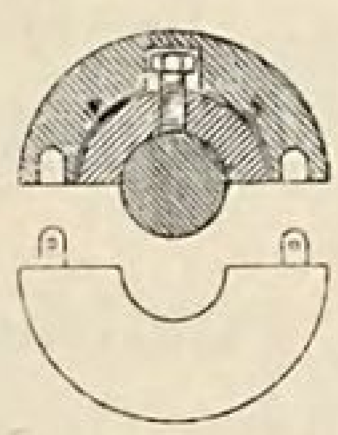
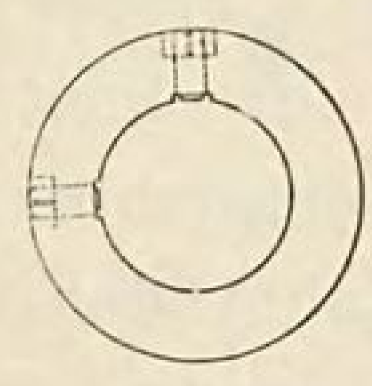
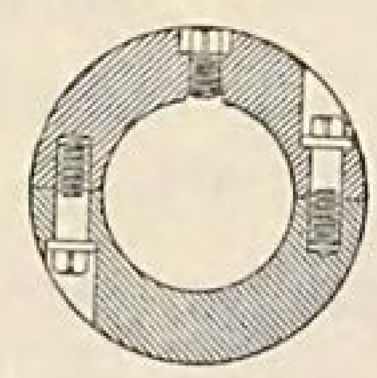
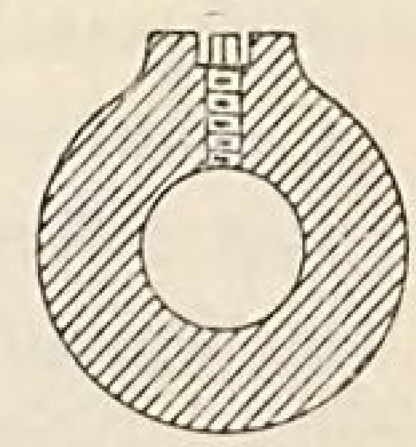
Das namentlich in kleinen Betrieben beliebte Umwickeln der Keilnasen mit Lappen ist durchaus unzulässig, da durch die alsbald locker werdenden Lappenenden und Bindeschnüre mehr Unheil angerichtet wird als durch die Keilnasen selbst.

5. Schutz hervorstehender Schrauben an Stellringen. Gleich den Keilnasen sind die an den Stellringen hervorragenden Schrauben, beziehungsweise deren Köpfe geeignet, Riemen oder Kleiderteile der Arbeiter zu fangen und so zu gefährlichen Verletzungen Veranlassung zu geben. Während die Keilnasen nach und nach aus den Betrieben verschwinden, ragen die gefährlichen Stellschrauben in manchmal kaum glaublicher Länge immer noch in grosser Zahl an den Stellringen hervor. Die Fabrikaufsichtsbeamten sollten mit der Entfernung dieser Undinge

energischer zu Werke gehen und überall da, wo die Aufziehung neuer Ringe mit wesentlichen Schwierigkeiten verknüpft ist, mindestens verlangen, dass der Schaft nahezu ganz in den Stellring trete und der Schraubenkopf oben halbrund abgefeilt werde.

Die mehrfach beliebte Konstruktion, um den Stellring einen Schutzring zu legen, hat sich nicht als praktisch erwiesen. Die beste Ausführung dieser Art ist die Schraubendeckung von Bruns (Fig. 449 und 450). Der obere Teil des hölzernen Verdeckringes enthält die Aussparung für die Stellschraube; beide Ringteile werden durch Dübel und Verbindungsstifte gehalten. Um das Losewerden und Klappen des Verdeckringes zu verhüten, sind an der Innenseite dünne Gummistreifen ss als Klemmvorrichtung befestigt. Dieser Schraubenverdeck wird von der Norddeutschen Holz-Berufsgenossenschaft als Normalie 5e empfohlen.

Fig. 449. Fig. 450. Fig. 451. Fig. 452. Fig. 453.

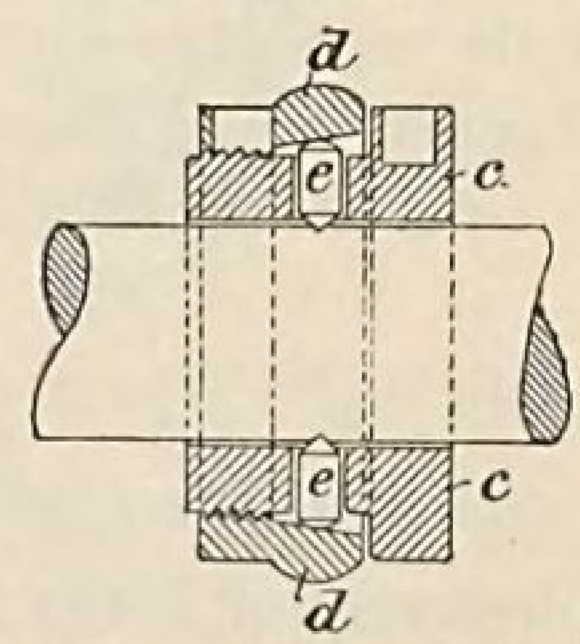






Patent Bruns. — Stellring-Schraubenverdeck.

ungeteilter, geteilter, gusseiserner Stellring mit versenkten Schraubenköpfen.

Das einzig richtige Mittel, die Stellschrauben unschädlich zu machen, bleibt das Einlassen der Köpfe in das Fleisch des Stellringes. Fig. 451 zeigt einen ungeteilten Stellring in der Ansicht, Fig. 452 einen geteilten Stellring im Schnitt. Zum Anziehen der vertieft liegenden Schraubenköpfe dienen winkelförmig gebogene Heftschlüssel oder sogenannte Universalschlüssel.

Fig. 454.



Stellring Patent de Rochi.

Stellringe aus Gusseisen anzufertigen empfiehlt sich nicht, insbesondere sind die mit einem Wulst zur Aufnahme der versenkt liegenden Stellschraube gegossenen Stellringe (Fig. 453) zu verwerfen, da sie ihrer unrunden Form wegen geeignet sind, Kleiderteile zu fangen und dadurch Unfälle herbeizuführen.

Die Füsse der Stell- bezw. Druckschrauben werden zur Vergrösserung der Reibung an den Wellen entweder mit stumpfer Spitze oder mit ringförmig scharf ausgedrehtem Rande versehen. Letztere Ausführung ist weniger sicher als erstere, da die gehärteten scharfen Ringflächen leicht ausbrechen.

Der C. de Rochi in Wien patentierte Stellring (D. R.-P. 60140) vermeidet die Stellschrauben ganz und ersetzt sie durch Klemmstifte (Fig. 454).

Auf der Welle leicht verschiebbar sitzt der Innenring c, der an einem Ende Schraubengewinde, am anderen einen Ansatz, und ausserdem in radialen Bohrungen die beweglichen Klemmstifte ee trägt. Auf c verschraubbar sitzt der Aussenring d, dessen Kopf konisch ausgedreht ist. Wird d auf c nach rechts vorgeschraubt, so drücken die konischen Flächen von d auf die Klemmstifte und diese auf die Welle, wodurch der Stellring c seine Befestigung erhält. Diese neue Bauart scheint unfallsicher und praktisch verwendbar.

b. Schutzvorrichtungen für Zahnräder, Riem- und Seilscheiben.

Die Gefährlichkeit der Zahnräder kommt dadurch zum Ausdruck, dass 33,[1]) d. i. 94 % der 35 Berufsgenossenschaften, die seiner Zeit Unfallverhütungsvorschriften erlassen hatten, den Schutz der Zahnräder verlangen; Riem- und Seilscheiben zu schützen schreiben dagegen nur 14 Berufsgenossenschaften, d. i. 40 % vor, wenn man die allgemein gehaltenen Vorschriften: „sämtliche Triebwerke, alle bewegten Teile u. s. w., sind zu schützen" nicht mit einrechnet. Als Unfallverhütungsvorschrift dürfte sich folgende Fassung empfehlen:

„Die Einlaufstellen der Zahnräder und Friktionsscheiben, der Riem- und Seilscheiben sind, soweit sie den Arbeitern Gefahr bringen können, zu verdecken. An den Verkehrsstellen sind solche Räder bis zu 1,8 m über dem Fussboden der Verkehrsstelle sicher zu umwehren."

Fig. 455.

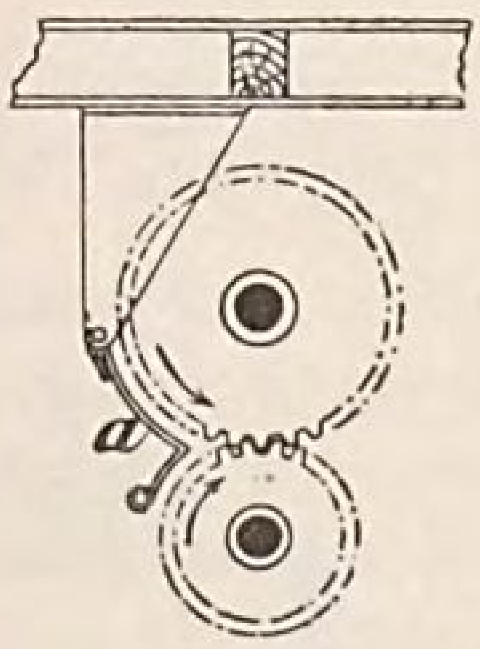


Fig. 456.

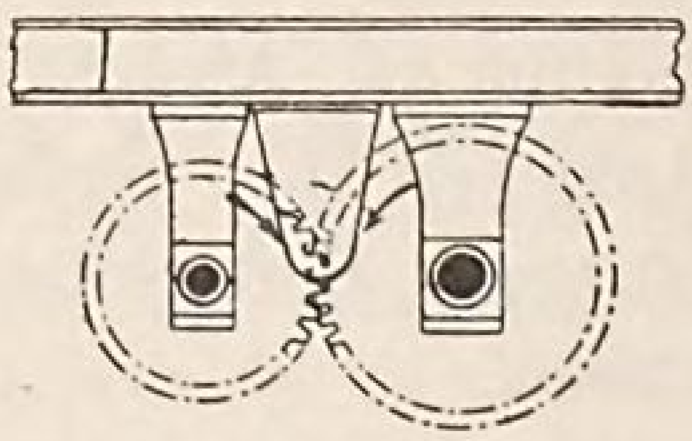
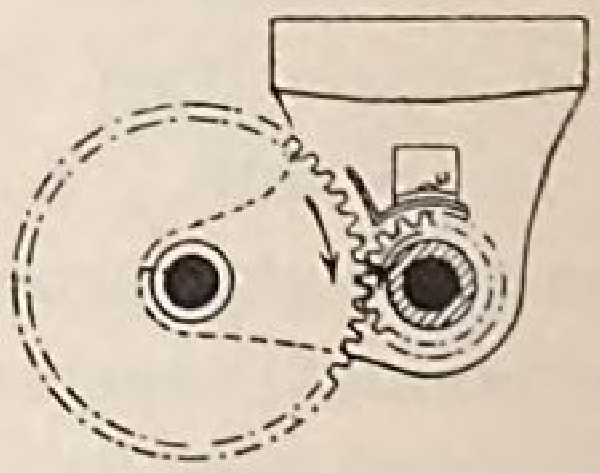


Fig. 457.



Schutzvorrichtungen für Zahnräder.

1. Schutzvorrichtungen für Zahnräder. Die Mehrzahl der berufsgenossenschaftlichen Unfallverhütungsvorschriften verlangt allgemein, dass Zahnräder, deren niedrigster Punkt tiefer als 1,5 bis 2 m liegt, sicher zu umwehren sind. Unserer Ansicht nach ist es ausreichend, wenn nur die Eingriffsseite verdeckt wird, da die auseinandergehenden Zähne eines Räderpaares zu einer ernsten Verletzung kaum jemals die Veranlassung geben dürften. Das vollständige Einkapseln der Räderpaare verschleiert dem Arbeiter nur den Sitz der Gefahr, erschwert das Schmieren der Zähne und behindert die Fabrikaufsicht.

[1]) Die Zahl ergiebt sich, wenn man in Bd. I von des Verf.'s weiter oben erwähnter Schrift die Reihen 3, 6 und 7 der Tabelle III, S. 84 ff. zusammenfasst.

In welcher Weise die Eingriffsseite der Zahnräder verdeckt werden kann, machen Fig. 455 bis 457 (S. 588) ersichtlich Zu Fig. 455 sei noch erwähnt, dass die daselbst angedeutete federnde Klappe a bestimmt ist, Quetschungen eines zwischen Zahnrad und Schutzvorrichtung geratenen Körperteils abzuschwächen. Gleichzeitig gestattet die Klappe das Einfetten der Zähne an der Einlaufseite des Zahnrades. Selbstverständlich kann statt der beweglichen Klappe auch ein fest mit dem Oberteil verbundener Schutzwinkel angeordnet werden.

Will man noch vorsichtiger sein, so empfehlen sich die in Fig. 458 bis 460 dargestellten Normalien 44 bis 46 der Norddeutschen Holz-Berufsgenossenschaft. Die Anordnung in Fig. 460 eignet sich besonders, wenn ein Wechsel in der Drehrichtung stattfindet.

Fig. 458.

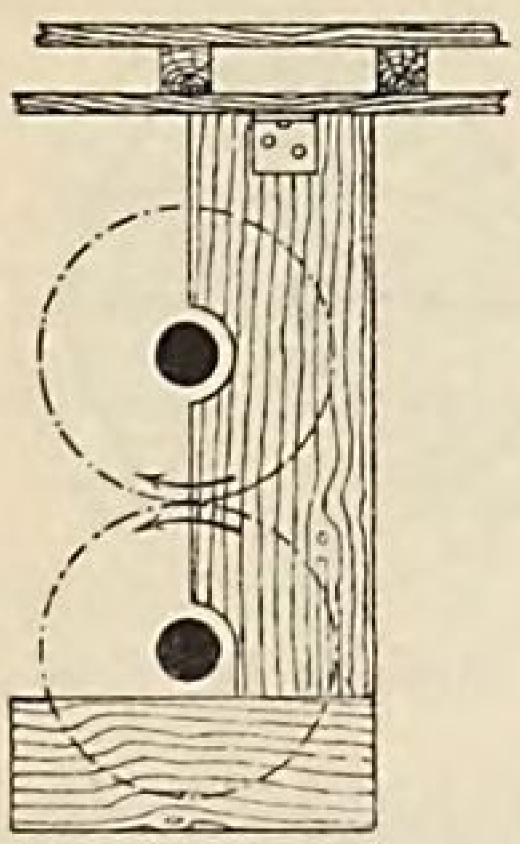


Fig. 459 und 460.

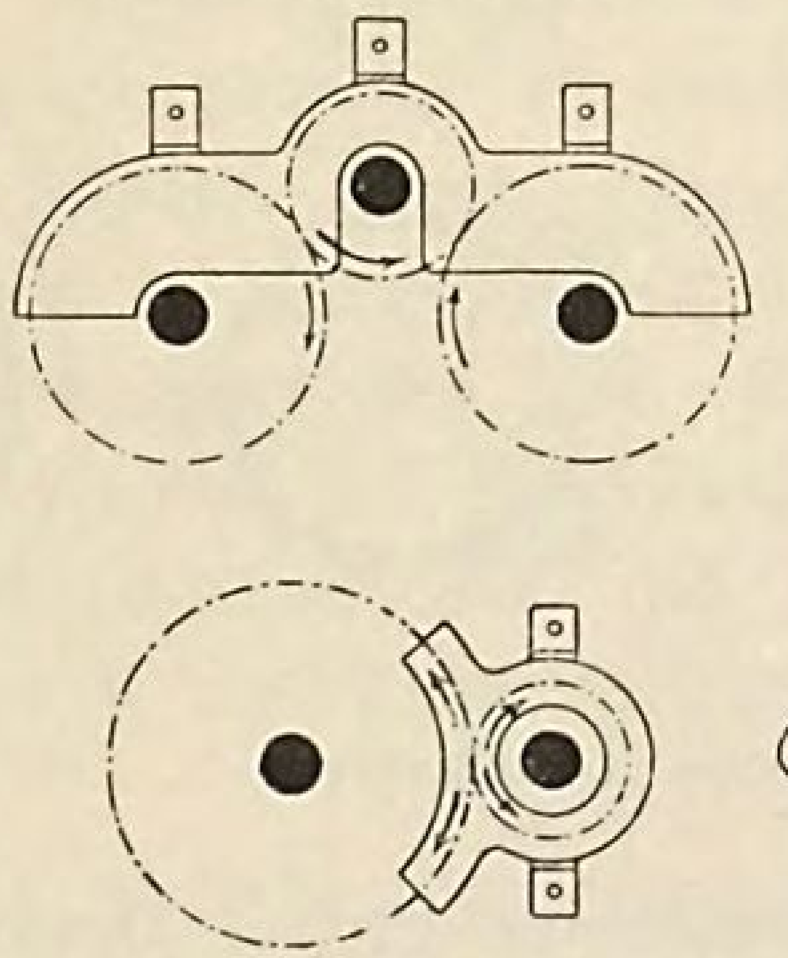
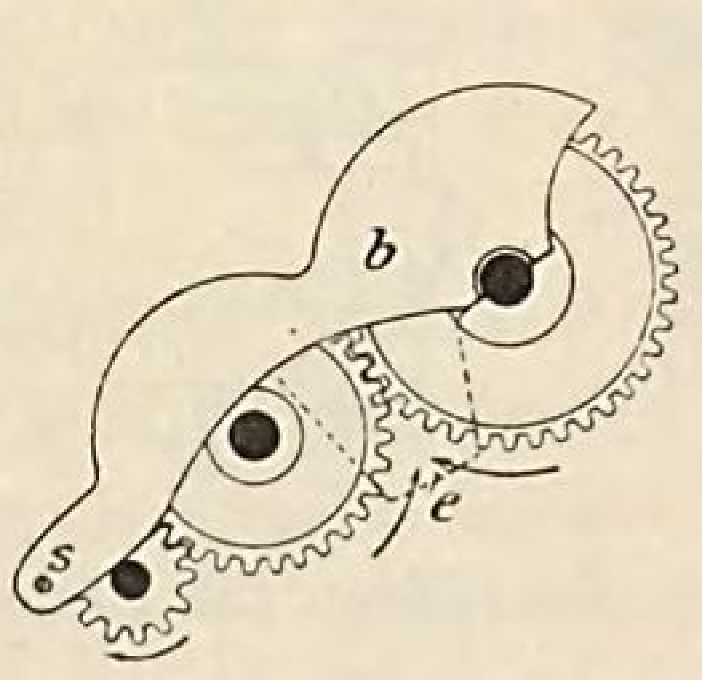


Fig. 461.



Schutzvorrichtungen für Zahngetriebe.

In der Praxis findet man ab und zu statt der Einlaufseite die Auslaufseite verdeckt. Fig. 461 veranschaulicht eine derartige Ausführung am Räderwerk einer Farbenreibmaschine, deren Zahneinlaufstelle e den bedienenden Maschinenmeister schwer verletzte. Durch Annieten des punktiert gezeichneten Schutzbleches e wurde einer Wiederholung des Unfalls vorgebeugt. Bei entgegengesetzter Drehrichtung der Zahnräder würde die Schutzvorrichtung richtig angebracht sein. Um s ist dieselbe drehbar, um die Fettung des Zahneinlaufs zu erleichtern.

Für Kegelräder (konische Getriebe) empfiehlt sich die Umkleidung mittels eines oben offenen Holzkastens, der mit zwei senkrecht zum Durchgang der Wellen gehenden Schlitzen versehen ist.

Der Schutzkasten (Fig. 462, S. 590) wird von unten über das Räderpaar geschoben und durch Eisenhaken e e an der Decke befestigt. Will man den Schutzkasten dauernd befestigen, so können zum Zweck der Schmierung die Mittelteile c c zweier Wände zum Herausziehen oder Herabklappen eingerichtet werden.

Als Beispiel sei noch eine Schutzverkleidung für das konische Zahngetriebe einer Schaumschlagmaschine mitgeteilt, welche die Firma Joseph Baker & Sons in London auf der Chicagoer Weltausstellung ausgestellt hatte. Die aus feinem Eisenguss hergestellte Schutzvorrichtung (Fig. 463 und 464, S. 590) besteht aus zwei halbkugelförmigen Teilen a und a_1, die mittels der Gelenkklappen b und b_1 an dem Maschinengestell drehbar befestigt sind und das konische Zahngetriebe völlig umschliessen. Durch den Stift c werden die beiden Halbteile vorn zusammengehalten.

2. Schutzvorrichtungen für Riem- und Seilscheiben. Die Riem- und Seilscheiben bieten seltener Veranlassung zu Unfällen als Zahnräder und werden deshalb auch seltener geschützt. Die bisher üblichen Vorsatzschutzwehren sind nur in der Nähe belebter Verkehrswege erforderlich. In den meisten übrigen Fällen wird es ausreichen, die Speichen der Riem- und Seilscheiben durch Vorlegung einer Vollscheibe zu verdecken, wie dies Fig. 465 und 466 veranschaulichen. Diese am Rade durch Bindedraht oder versenkte Schrauben zu befestigende Speichenschutzvorrichtung kann aus Holz oder Eisenblech, ganz oder geteilt, angefertigt werden. In jedem Falle muss die der Arbeitsstelle zugelegene

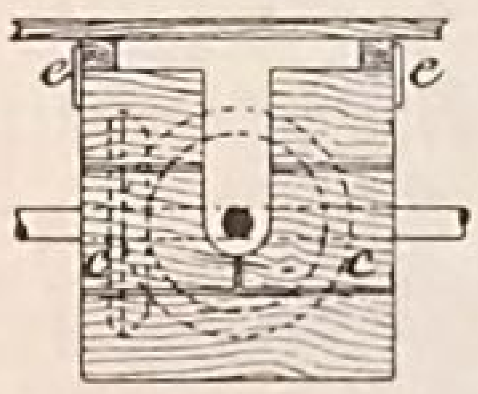
Fig. 462.


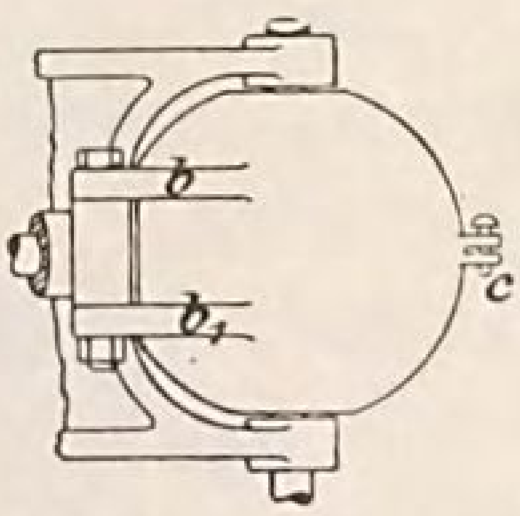
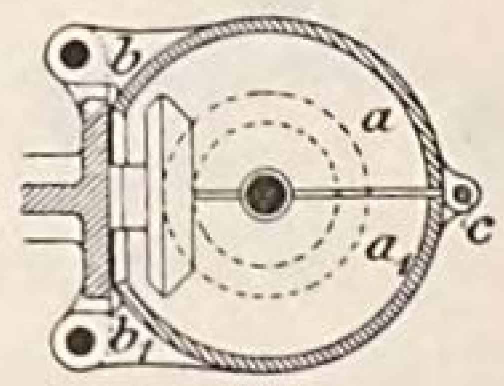
Fig. 463.


Fig. 464.


Schutzvorrichtungen für konische Räderpaare.

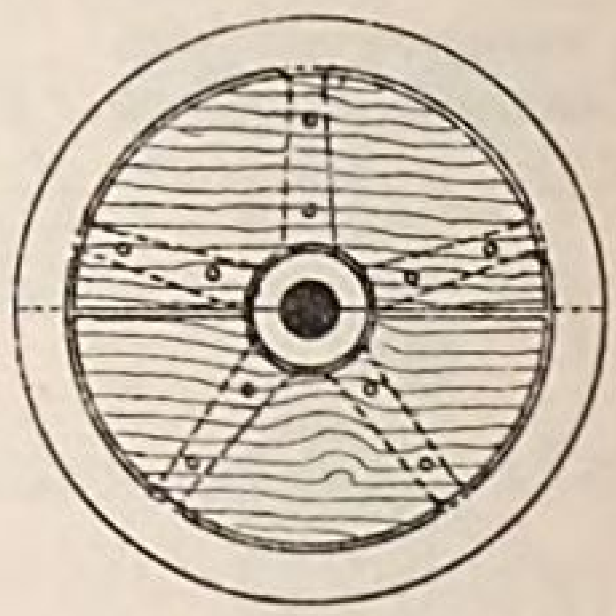
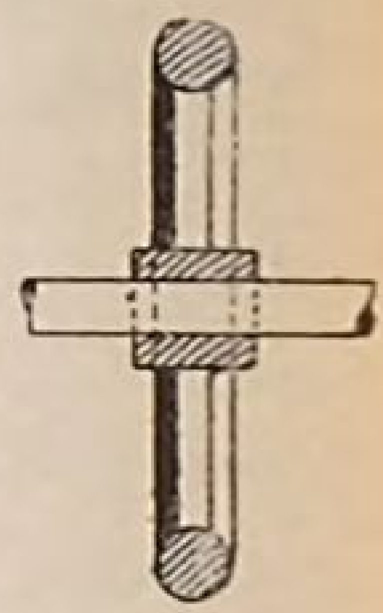
Fig. 465.


Fig. 466.


Schutz für Speichenräder.

Seite glatt sein. Als Vorsatzscheibe grobes Drahtgeflecht zu verwenden, wird widerraten. Selbstverständlich können die Speichen der Zahnräder, Schwungräder u. s. w. in gleicher Weise geschützt werden. Vollräder, sowie ganz langsam und sehr schnell gehende Speichenräder bedürfen keines Schutzes. Riemscheiben sind als Vollräder bisher nur in ganz vereinzelten Fällen ausgeführt, es dürfte indess für die Unfallverhütung von Wert sein, wenn in Zukunft diejenigen Riemscheiben, die in der Nähe häufig bedienter Wellenlager liegen oder deren Treibriemen öfter auf- und abgelegt werden müssen, allgemein als Vollräder ausgeführt würden.

c. Schutzmittel für Riem- und Seiltriebe.

Die weitaus grösste Zahl, nahezu die Hälfte aller Unfälle, die an Wellenleitungen vorkommen, werden durch Riem- und Seiltriebe bedingt. Nach der mehrfach angeführten Statistik wurden von den 369 entschädigungspflichtigen Unfällen 93 durch Wellen und Wellenverbindungen, 92 durch Zahnräder und Riemscheiben, 178 durch Riem-, Seil- und Kettenbetriebe und 16 durch andere Ursachen herbeigeführt. Von den 178 Unfällen führten 27, d. i. $15^0/_0$, zum Tode. Über die Art der Unfälle und deren Veranlassung giebt der S. 295 ff a. a. O. gegebene Text Aufschluss. Zum Schluss desselben heisst es: „Die meisten der durch

Riemen, Seile und Ketten veranlassten Unfälle wurden beim Auflegen herbeigeführt; eine recht beträchtliche Zahl von Unfällen ereignete sich ferner durch lose auf den Wellen liegende und nicht gesicherte, zerreissende, sowie von den Scheiben herabfallende Riemen, ferner beim Nähen und Kürzen der Riemen, sowie bei der Vornahme von Arbeitsverrichtungen und beim Bewegen der Arbeiter in der Nähe von nicht genügend verwahrten Riemen. Das Auflegen der Riemen sollte daher möglichst nur bei Stillstand oder ganz langsamem Gang der Transmission und nur von besonders hierzu bestimmten, erfahrenen, mit enganschliessenden Kleidern versehenen Personen, nicht aber von jugendlichen Arbeitern vorgenommen werden. Bei der Arbeit sind möglichst Riemaufleger zu verwenden und die nicht auf den Scheiben befindlichen Riemen durch Riemträger gegen das Erfasstwerden durch die Welle zu sichern, laufende Riemen aber gut durch Schutzkasten zu verwahren."

In diesem Abschnitt sollen nur die Schutzkasten u. s. w. besprochen werden, während über Riemaufleger und Riemträger, sowie über die Riemverbindungen unter C das Erforderliche mitgeteilt werden wird.

1. Schutz niedrig gelegener Riem- und Seiltriebe. Für wagerecht laufende Riemen sollte die Bestimmung: „Treibriemen müssen, soweit sie niedriger als 1,8 m über dem Fussboden der Verkehrsstelle laufen, umwehrt sein," in keiner Unfallverhütungsvorschrift fehlen. Selbstverständlich darf die Schutzvorrichtung nicht so angebracht werden, dass dadurch das Auflegen und Abwerfen des Riems unmöglich gemacht wird. In der Regel werden die an belebten Verkehrsstellen gelegenen Riemzüge in ihrer ganzen Länge durch eine aus Brettern gebildete volle Holzwand geschützt. Für lange Riemzüge werden sich besser aus Latten gebildete Barrieren eignen. Für Maschinensäle, bei denen auf besseres Aussehen der Gesamtanlage Gewicht gelegt wird, empfehlen sich eiserne Umwehrungen. In Fig. 467 und 468 (S. 592) ist eine solche aus Gasrohren und Drahtgeflecht gebildete Umwehrung dargestellt; statt des letzteren können auch gelochte Bleche eingefügt werden.

Die von Schüchtermann & Kremer in Dortmund seit 1889 in den Handel gebrachten Schutzmatten sind zur Umstellung eines Riemzuges sehr geeignet, da sie hinreichend Steifigkeit besitzen, um ohne weiteres auf den Fussboden gestellt oder daselbst befestigt werden zu können. Sie werden ähnlich wie die für den Weihnachtsbaumbehang zur Verwendung kommenden Papiernetze durch Schlitzen und demnächstiges Auseinanderziehen dünner Eisen- oder Stahlblechplatten hergestellt.

Die Mehrzahl der schweren Unfälle wird dadurch hervorgerufen, dass Körperteile in die Einlaufstelle zwischen Riem und Scheibe kommen; es würde daher namentlich für leichtere und mittlere Riemen in vielen Fällen genügen, die Einlaufstelle zu schützen. Dies kann in der in Fig. 469 und 470 dargestellten Weise geschehen.

Fig. 467.

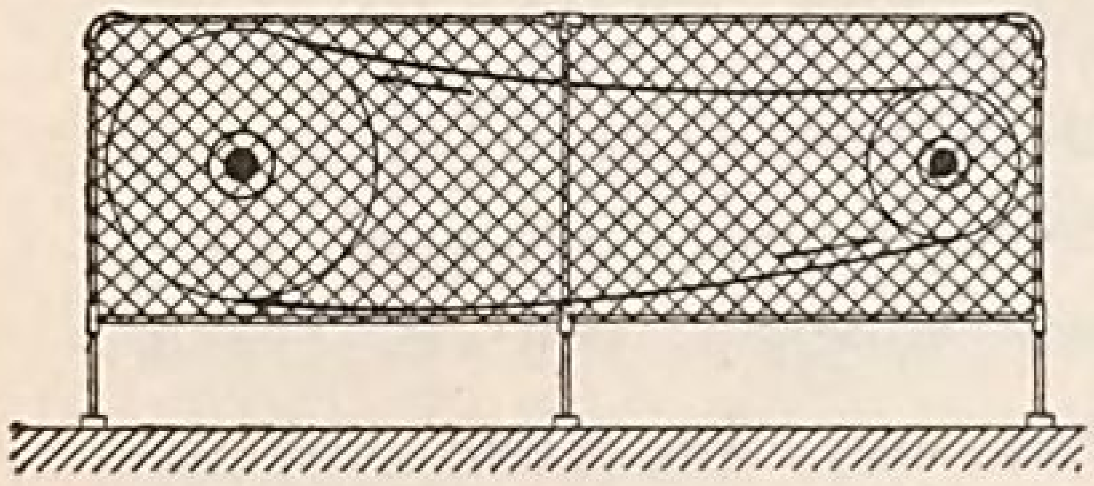
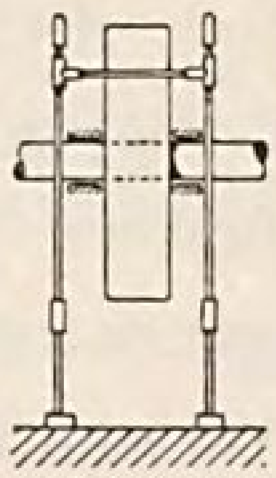


Fig. 468.



Vorsatzgitter für Riemtriebe.

Fig. 469.

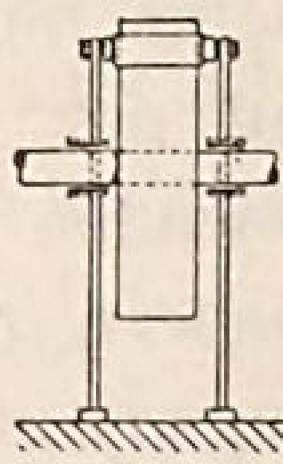
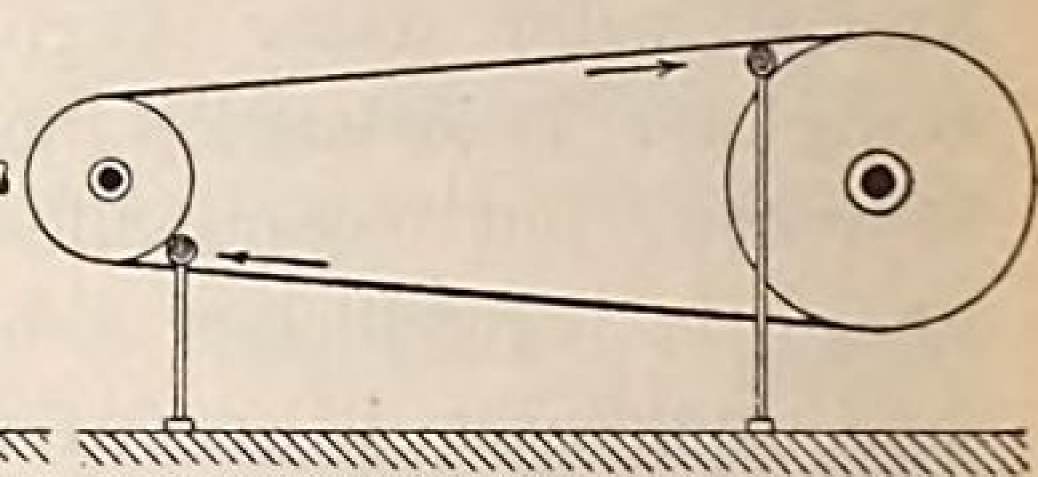


Fig. 470.



Schutzrolle für den Riemeinlauf.

Eine etwa 30 bis 50 cm grosse Rolle, deren Länge etwas grösser als die Breite der Riemscheibe ist, wird um einen Dorn drehbar befestigt und dieser in irgend einer Weise, je nach der örtlichen Lage der Riemscheibe, an der Wand, am Fussboden oder an der Decke festgehalten. Die Rolle wird so gestellt, dass sie die Einlaufseite des Riems lose berührt und von der Riemscheibe etwa 1 mm absteht. Wird nun das Kleidungsstück eines Arbeiters vom Riem erfasst, so kann es wohl bis zur Rolle mitgenommen werden, es wird jedoch hier in seinem Laufe gehemmt, wodurch dem Arbeiter Zeit gegeben wird, das ohne Druck zwischen Rolle und Riem befindliche Kleidungsstück mit einem kräftigen Ruck zu entfernen. Leichte und mittlere Riemen werden bei dieser Gelegenheit abgeworfen. Sollte die an der Einlaufstelle befindliche Schutzrolle das Auflegen des Riems hindern, so liesse sich dieser Mangel durch Einschaltung eines Scharniers beseitigen.

Riemen unter 30 mm Breite bedürfen keines Riemschutzes, da bei diesen der Arbeiter jederzeit in der Lage ist, den fangenden Riem leicht abzuwerfen.

Fig. 471.

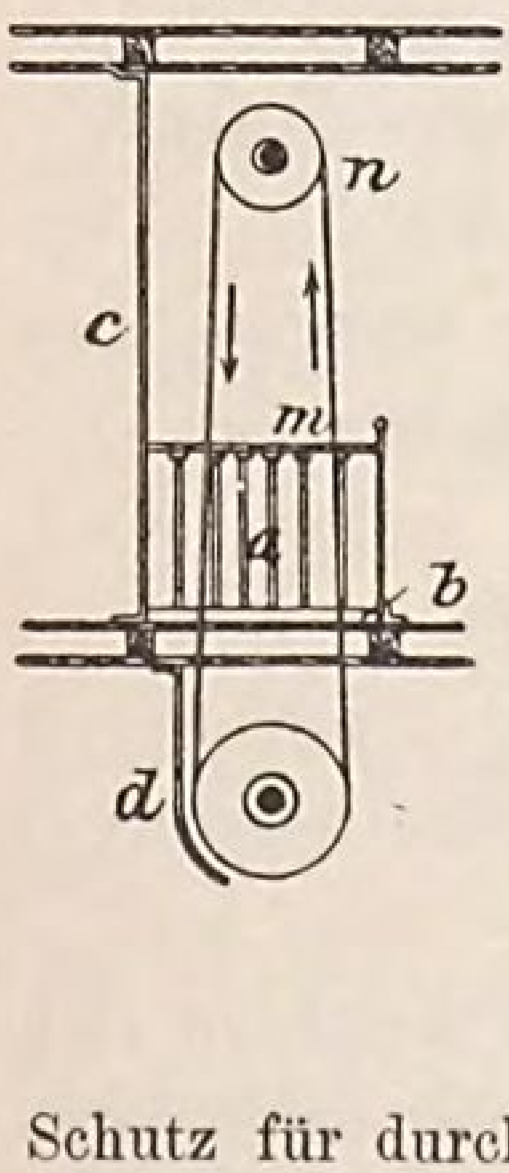
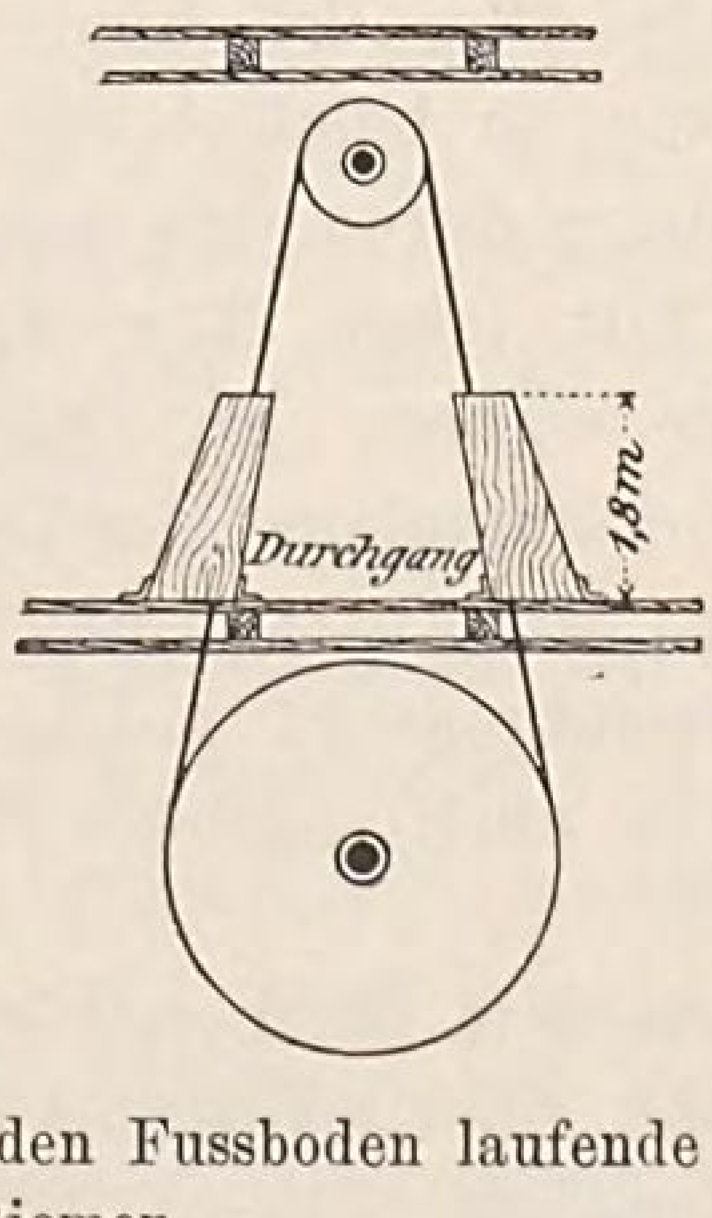


Fig. 472.



Schutz für durch den Fussboden laufende Riemen.

2. Schutz für aufrecht laufende Riemen. Besondere Erwähnung verdienen die durch den Fussboden laufenden Riemen. Entweder sind beide Riemteile einheitlich zu umwehren (Fig. 471), oder bei breit auseinander stehenden Riemzügen ist jeder von ihnen einzeln mit einer geschlossenen Rinne zu umgeben (Fig. 472). Derartige Umwehrungen können einerseits aus Holz- oder Eisenstäben, andererseits

aus Brettern oder Gitterblechen gefertigt werden. In jedem Falle muss aber die Befestigung gerade dieser Riemschutzvorrichtungen grosse Dauerhaftigkeit besitzen.

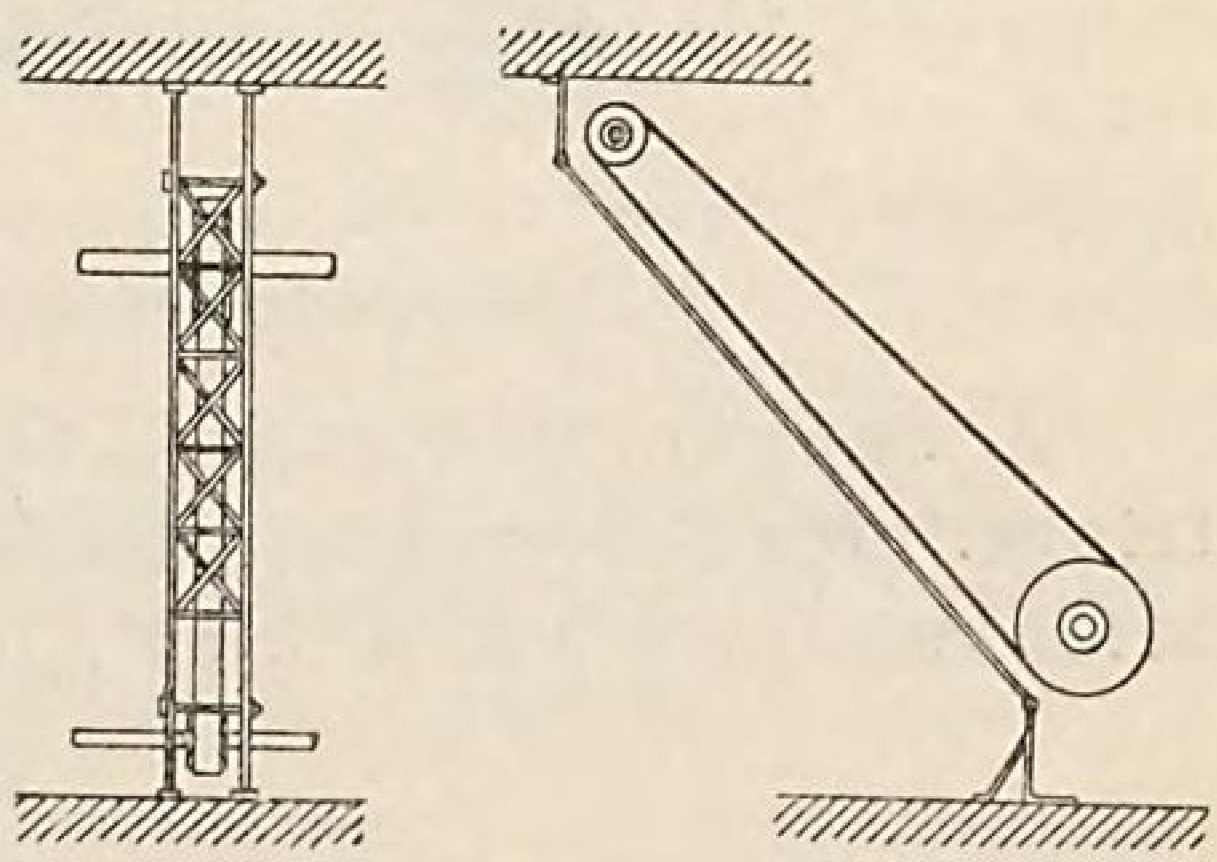
Fig. 471 zeigt eine Anordnung, welche Schutz gegen gerissene Riemenden bieten soll.

Das vom Fussboden bis zur Decke reichende Schutzbrett c ist nur dann anzuordnen, wenn die Höhe bis zur Wellenleitung mehr als 4 m beträgt, erst dann liegt die Wahrscheinlichkeit vor, dass das zwischen m und n reissende Riemende die im Arbeitssaal beschäftigten Personen verletzen kann; bei geringeren Riemlängen fängt das genügend stark zu machende Schutzgitter a den Stoss auf. Die an der unteren Decke angebrachte Schutzvorrichtung d ist für lange und schwere Riemen zum Schutz der im unteren Raum beschäftigten Arbeiter zweckmässig; b ist eine rings um das Geländer laufende, etwa 0,3 m hohe Schutzleiste, die das Durchfallen von Material durch die Fussbodenöffnungen verhindern soll.

Für durch den Fussboden laufende Riemen dürfte sich folgende Unfallverhütungsvorschrift empfehlen:

„Riemen, die durch den Fussboden gehen, sind mit mindestens 1,8 m hoher Schutzwehr zu umgeben; gitterförmige Schutzwehren erhalten unten mindestens 0,25 m hohe Fussleisten. Sofern der betreffende Wellenleitungsteil bereits für sich abgeschlossen ist, sind die Durchgangsöffnungen der Riemen mit solchen Fussleisten zu umgeben."

Fig. 473. Fig. 474.



Riemschutz aus Flach- und Winkeleisen.

Während für durchlaufende Riemen geschlossene Holzverschläge zu empfehlen sind, nimmt man für schräg nach oben laufende Riemen besser von denselben Abstand, weil sie unschön sind, lästige Staubfänger darstellen und den Arbeitsraum verdunkeln.

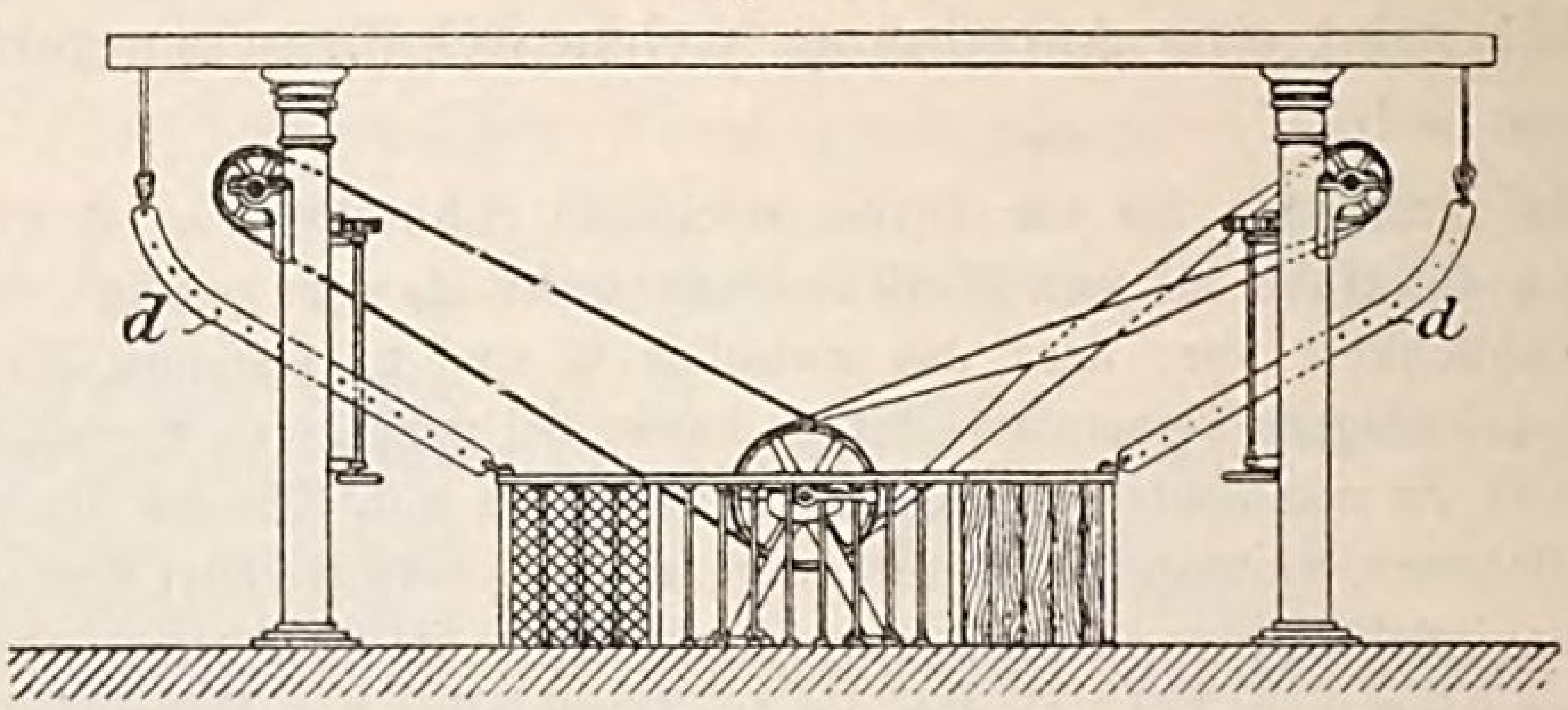
Ein recht praktischer Riemschutz ist in Fig. 473 und 474 dargestellt. Derselbe ist aus 23 × 23 × 2 mm starkem Winkeleisen und aus 20 × 2 mm starkem Flacheisen hergestellt. Die obere Deckenaufhängung ist beweglich, unten wird die Schutzvorrichtung von einem Fussständer getragen.

Einen leiterförmigen Riemschutz zeigt Fig. 475 u. 476 (S. 594). Die Holme d d sind aus Holz, die Sprossen aus Rundeisenstäben hergestellt. In dieser Skizze ist gleichzeitig, gewissermaassen als Muster, eine dreifach gestaltete Umwehrung des Riemtriebes aus Drahtgeflecht, Sprossen und Brettern, sowie eine Ausrückvorrichtung für schwere Riemen dargestellt.

Fig. 477 (S. 594) giebt schematisch die Riemverkleidungen in einer Holzbearbeitungsanstalt (Normalie 52 der Norddeutschen Holz-Berufsgenossenschaft) wieder; bei a befindet sich der Hauptantrieb. Beachtenswert ist die tischartige Überdeckung der von b aus angetriebenen Wellenleitung für die Arbeitsmaschinen. Dagegen sind

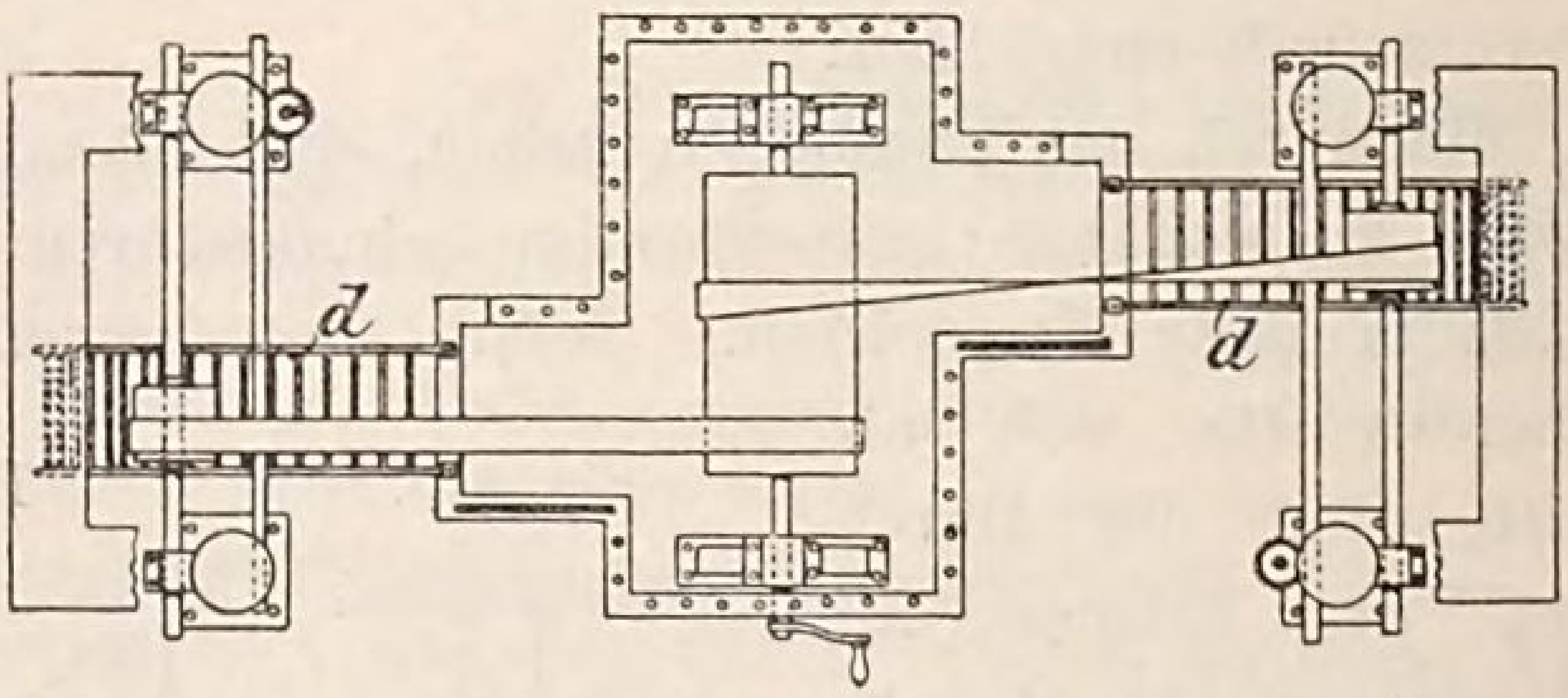
die gezeichneten Riemschutzvorrichtungen weniger musterhaft; namentlich gilt dies von den langen Aufhängungen der Schutzrinnen cc durch die Eisenstangen dd.

Fig. 475.



Ansicht.

Fig. 476.

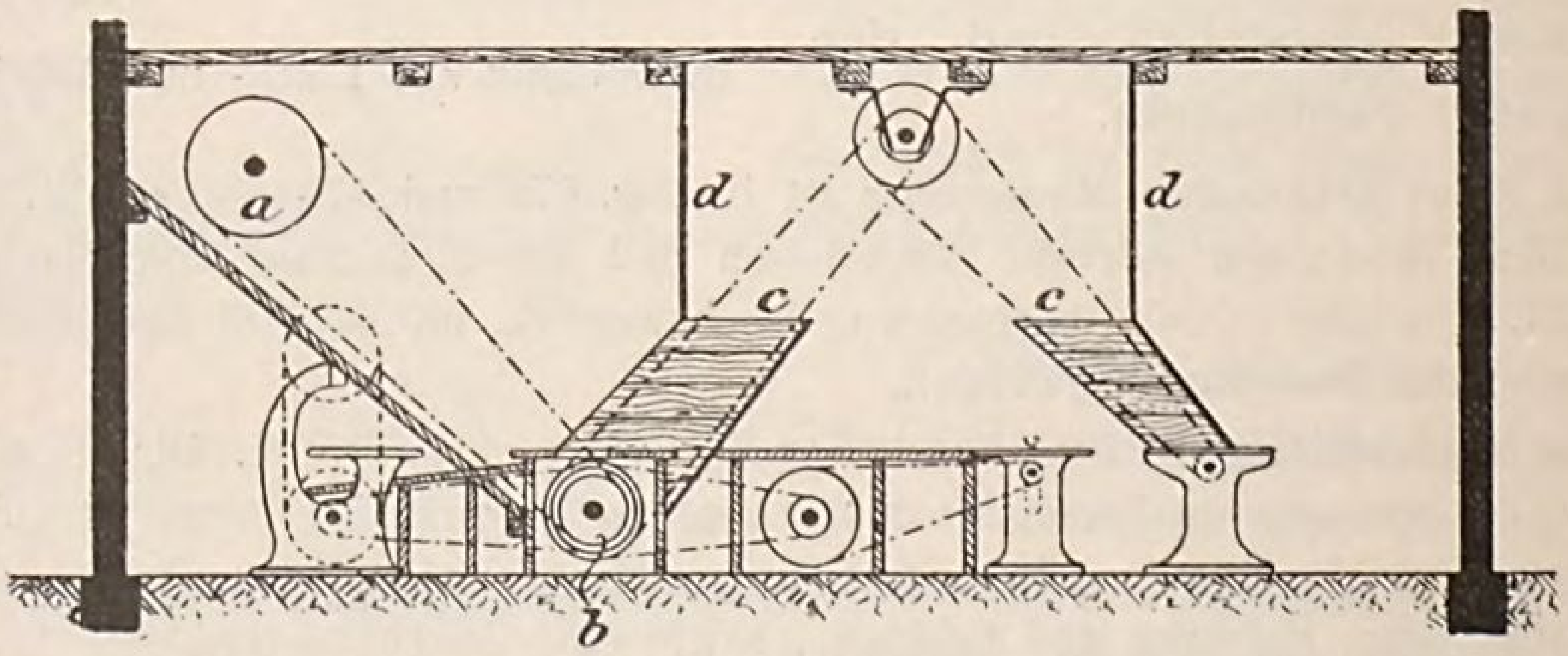


Grundriss.

Schutzvorrichtung an einem Riemvorgelege.

3. Fangvorrichtungen für hochgelegene Riem- und Seiltriebe. Die Notwendigkeit des Schutzes hochliegender Riemtriebe gegen Bruch wird von 22, d. i. 63% der 35 Berufsgenossenschaften, die bis

Fig. 477.



Riemverkleidungen in einer Holzbearbeitungswerkstatt.

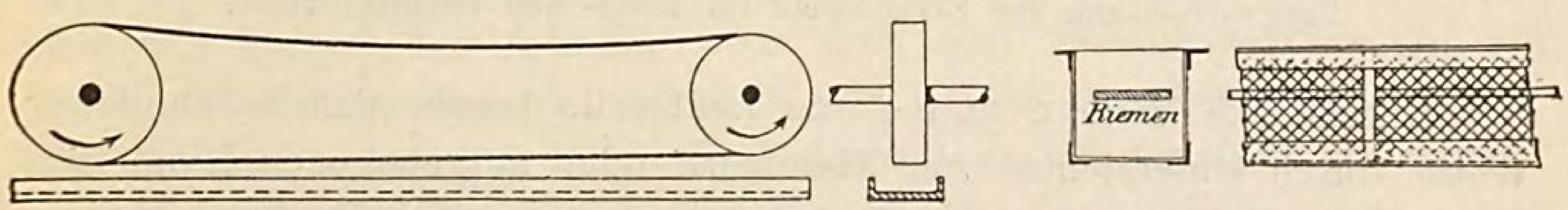
1889 Unfallverhütungsvorschriften erlassen hatten, anerkannt. Als Wortlaut für eine solche Vorschrift empfiehlt sich: „Über Arbeits- oder Verkehrsstellen laufende Riemen von mehr als 10 m Geschwindigkeit in der

Sekunde oder von mehr als 150 mm Breite sind in sicherer Weise zu unterfangen.“

Bei den genossenschaftlichen Vorschriften schwanken die Angaben der Riembreiten von 120 bis 250 mm, die Geschwindigkeitsangaben zwischen 9 und 10 m in der Sekunde.

Die bisher in den Fabriken üblichen Schutzbretter (Fig. 478 und 479) sind nicht besonders empfehlenswert. Einerseits rauben die breiten und vollen Holzbretter den darunter befindlichen Maschinen Luft und Licht und erschweren die Beobachtung der umlaufenden Wellenteile, andererseits sind dieselben unschön und dienen als Staubfänger, wobei der schlaff gewordene Riem bei jedem Schlage den gesammelten Staub aufwirbelt. Von der Norddeutschen Holz-Berufsgenossenschaft wird diese Schutzvorrichtung noch als Normalie empfohlen.

Fig. 478. Fig. 479. Fig. 480. Fig. 481.

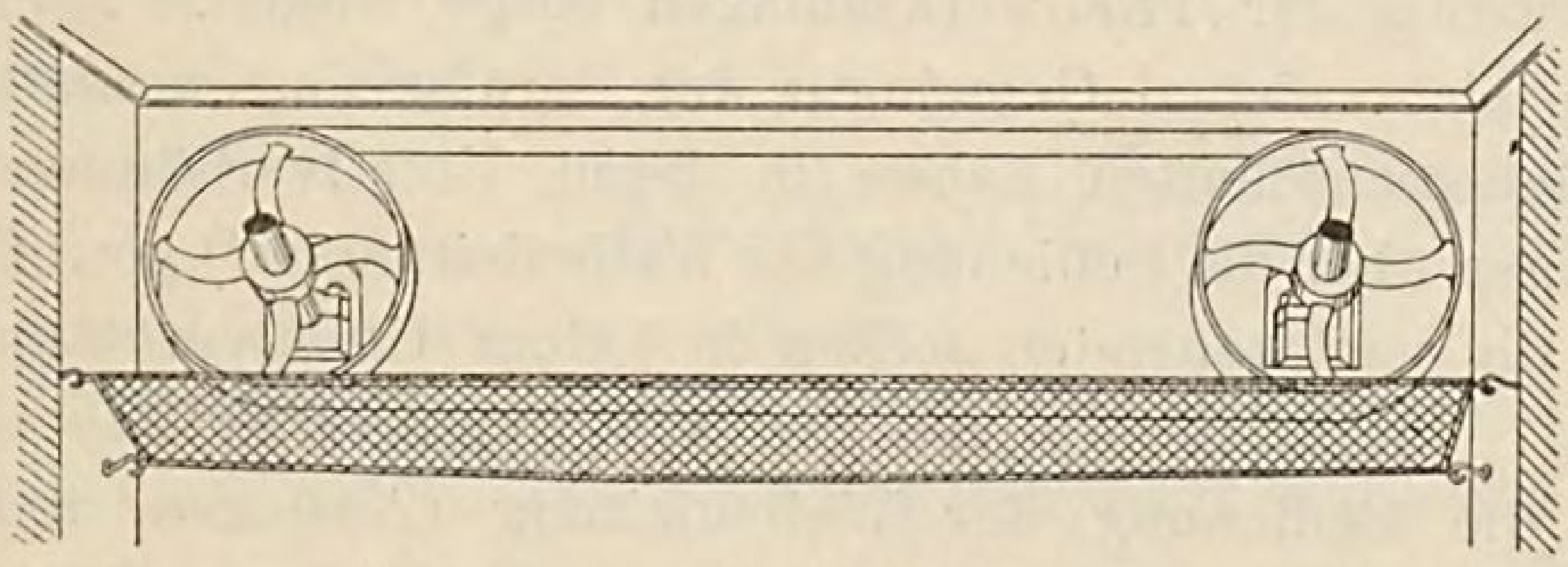


Schutzbretter. Eiserne Schutzrinne.

Fangvorrichtungen für hochgelegene Riemtriebe.

Besser sind die aus Winkeleisen und Drahtgitter gebildeten Schutzrinnen, wie solche durch Fig. 480 und 481 veranschaulicht sind. Besonders empfehlenswert sind die von den Firmen Carl Lerm und Gebrüder Ludewig in Berlin gefertigten Schutznetze. Sie bestehen (Fig. 482) aus verzinktem Drahtgeflecht von etwa 50 mm Maschenweite, das zwischen verzinkte Drahtseile von 6,5 mm Stärke gespannt wird.

Fig. 482.



Riemfangvorrichtung aus Drahtseilen und Drahtgeflecht.

An der Hand der gegebenen Muster wird es leicht sein, in jedem Einzelfalle sich über eine praktische und gefällige Schutzvorrichtung schlüssig zu werden. Von grösster Bedeutung ist dabei die Aufhängung; dieselbe muss unter allen Umständen fest und sicher sein.

Für Drahtseiltriebe, welche Arbeitsstellen oder Wege übersetzen, gilt das gleiche wie für Riemtriebe. Da indessen Drahtseiltriebe im Verhältnis zu letzteren erheblich grössere Längen haben, so begnügt man sich in der Regel damit, dass man parallel unter das Triebseil zwei, etwa 1 bis 2 m entfernt stehende Drahtseile spannt und diese durch zwischengesetzte Drahtstäbe in Abständen von 2 m mit einander verbindet. Beim Zerreissen schlagen die Seilenden auf diese Zwischenträger und werden dadurch am Niederfallen verhindert.

Fig. 483.

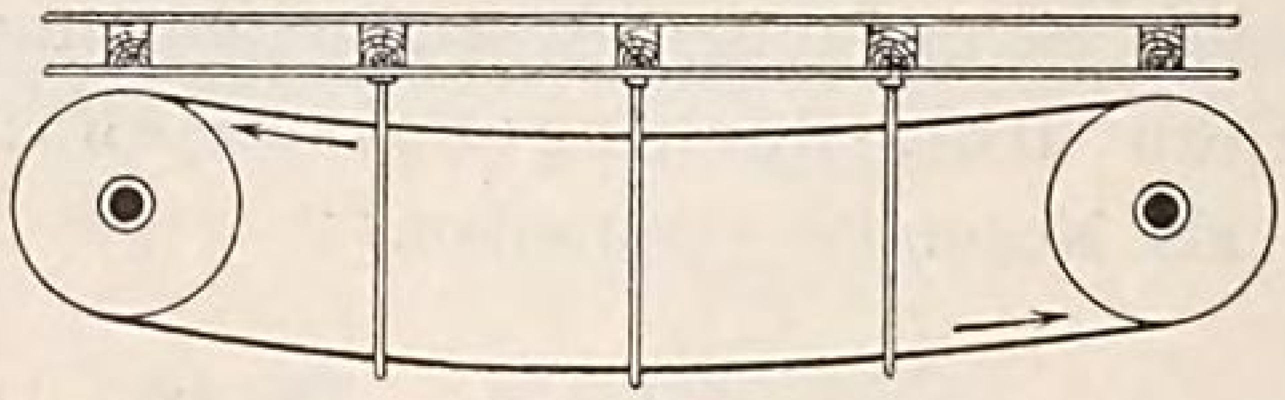
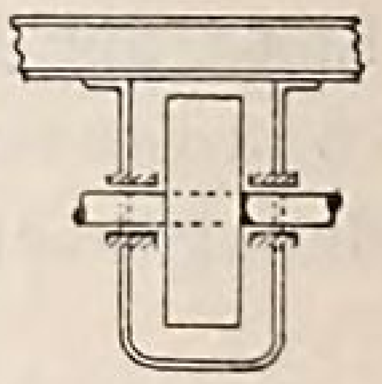


Fig. 484.



Fangvorrichtung aus Eisenbügeln für Riem- und Drahtseiltriebe.

Mittelstarke Riemen und kurze Drahtseile lassen sich in ähnlicher Weise durch Unterziehen von Klammern oder aufgebogenen Rundeisen (Fig. 483 und 484) auffangen. In jedem Falle muss diese Fangvorrichtung selbst ausreichend stark bemessen werden, da sonst die zerschlagenen und herabfallenden Stücke der Schutzvorrichtung das Unglück nur vermehren.

C. Bedienung der Triebwerksanlagen.

Jeder Fabrikbesitzer, der ernstlich bestrebt ist, die Unfälle in seiner Fabrik einzuschränken, sollte in erster Linie für zweckmässige Einrichtungen zur Bedienung der Triebwerksanlagen Sorge tragen. Leider ist diese Erkenntnis nicht einmal Gemeingut der Berufsgenossenschaften; nur 18 von 35 Genossenschaften haben in ihren Unfallverhütungsvorschriften Bestimmungen über die Bedienung der Wellenleitungen[1]) getroffen. Grundsätze wie die nachstehenden sollten in keiner Unfallverhütungsvorschrift fehlen:

„Für die Bedienung der Wellenleitung (Auflegen und Abwerfen, Flicken und Kürzen der Riemen, Schmieren, Reinigen, Putzen und Ausbessern der einzelnen Triebwerksteile) sind bestimmte Personen zu bezeichnen. Jugendliche, weibliche und gebrechliche Arbeiter dürfen mit solchen Arbeiten nicht betraut werden.

[1]) Platz, Die Unfallverhütungsvorschriften Bd. I, S. 164. Berlin 1889.

„Alle Arbeiten an Wellenleitungen dürfen nur während des Stillstandes der betreffenden Triebwerke vorgenommen werden, sofern ein solcher durch die Natur des Betriebes nicht ausgeschlossen ist. Das Auflegen schwerer Riemen und von Riemen von weniger als 30 mm Breite darf ausnahmsweise beim langsamen Gange der Wellenleitung erfolgen.“

Es bliebe nur noch zu überlegen, ob die erstere Bestimmung nicht noch dahin zu verschärfen wäre, dass in grösseren Fabriken (mit etwa mehr als 30 an Maschinen beschäftigten Arbeitern) nicht nur bestimmte Personen zu bezeichnen wären, sondern dass für die Wartung der gefährlichen Triebwerke besondere Personen angestellt würden. Während die Betriebsmaschine und nahezu jede Arbeitsmaschine ihren eigenen Wärter hat, überlässt man das wichtigste und teuerste Zwischenglied einer Fabrikanlage der Willkür eines Jeden. Denn — wie es mit den „besonders beauftragten“ oder hierfür „bezeichneten“ Arbeitern in den Fabriken gehandhabt wird, weiss jeder Werks- und Fabrikaufsichtsbeamte. Nach wie vor klettert der Arbeiter, dem der Riem heruntergefallen ist, auf seine Arbeitsmaschine und versucht von diesem unsicheren und gefährlichen Standpunkte aus den hochgelegenen Riem mit der Hand oder irgend einem zweckwidrigen Hilfsmittel während des Ganges aufzulegen. Dass hierin Wandel zu schaffen ein dringendes Bedürfnis ist, wird durch die Unfallstatistik des Reichs-Versicherungsamts bestätigt.

Danach ereigneten sich von den S. 537 erwähnten 369 entschädigungspflichtigen Unfällen an Wellenleitungen 226, d. i. 61 $^0/_0$, bei der Wartung derselben, und zwar verunglückten:

beim Riemauflegen . . .	130 Arbeiter,	hiervon	wurden	23	getötet
beim Schmieren	42	"	"	11	"
beim Kürzen und Nähen der Riemen	22	"	"	9	"
beim Putzen des Triebwerks	18	"	"	5	"
beim Ausbessern und Untersuchen desselben . . .	14	"	"	2	"
zusammen	226 Arbeiter,	von denen		50, d. i. 22 $^0/_0$	

an den Folgen der Verletzung starben.

Gewiss die Hälfte dieser Unfälle könnte verhütet werden, wenn man diese gefährlichsten Arbeiten im ganzen Maschinenbetriebe von besonnenen Triebwerkswärtern ausführen liesse, die ihrerseits schon dafür sorgen würden, dass Unbefugten die Bedienung der Wellenleitungen durch Bestrafung verleidet wird.

Wenn hiernach die Anstellung besonderer Triebwerkswärter die wichtigste Maassnahme zur Verminderung der Unfälle an Wellenleitungen sein und bleiben wird, so darf daneben doch die Vervollkomm-

nung der Hilfsmittel für die Bedienung der Triebwerksanlagen nicht ausser Acht gelassen werden.

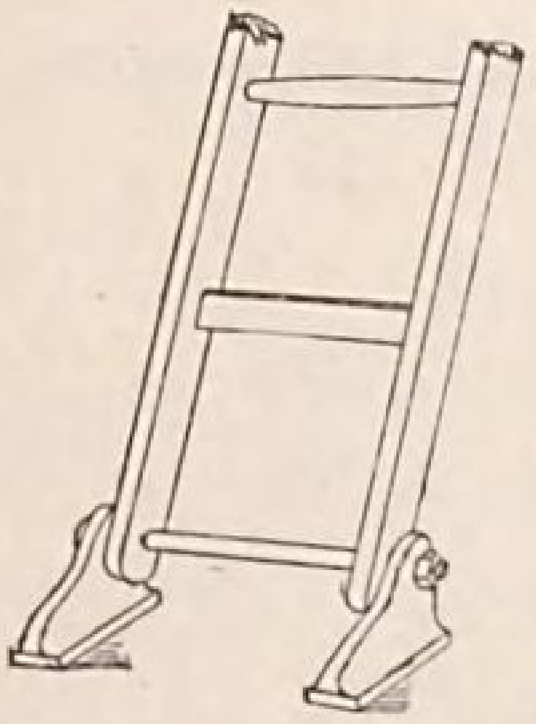
a. Leitern und Bühnen für Triebwerke.

1. Triebwerksleitern. Die Wellenleitungen in den Fabriken sind gewöhnlich so hoch gelegen, dass zu ihrer Bedienung Leitern erforderlich sind, deren Benutzung mit erheblichen Gefahren verbunden ist. Um diese Gefahren nach Möglichkeit zu vermindern, muss in erster Linie verlangt werden, dass sämtliche Triebwerksleitern der Beschaffenheit des Fussbodens und dem oberen Stützpunkte entsprechend so konstruiert sind, dass sie gegen Ausrutschen und Abgleiten möglichst gesichert sind. Ferner ist das Zusammenbinden von Leitern, sowie das Anlegen derselben an unsichere Stützpunkte zu verbieten. Weiter ist es zweckmässig, oben an der Rückseite der Leiter ein 60 bis 80 cm langes Schutzblech anzubringen, das etwa herabhängende Teile vor dem Aufgewickeltwerden auf die Betriebswelle bewahren soll.

Die Triebwerksleitern werden gewöhnlich aus Holz, selten aus Eisen gefertigt.

Holzleitern müssen aus astfreiem, trockenem Holze, am besten aus Eschenholz hergestellt und vor ihrer Ingebrauchnahme auf ihre Festigkeit geprüft werden. Die Sprossen können in die Holme eingelassen oder aufgesetzt sein. Im letzteren Falle dürfen die Sprossen aber nicht durch Nägel, sondern müssen mittels Schrauben befestigt werden. Legt man über diese aufgesetzten Sprossen noch eiserne Überbänder, so erhält man eine solide und empfehlenswerte Sprossenverbindung.

Fig. 485.



Leiter mit drehbarem Fuss.

Eisenleitern sind im allgemeinen sicherer, leider aber auch wesentlich schwerer als Holzleitern. Verwendet man Halbrundeisen oder Gasrohre, so lassen sich nicht zu lange Leitern noch mit Vorteil aus Eisen herstellen.

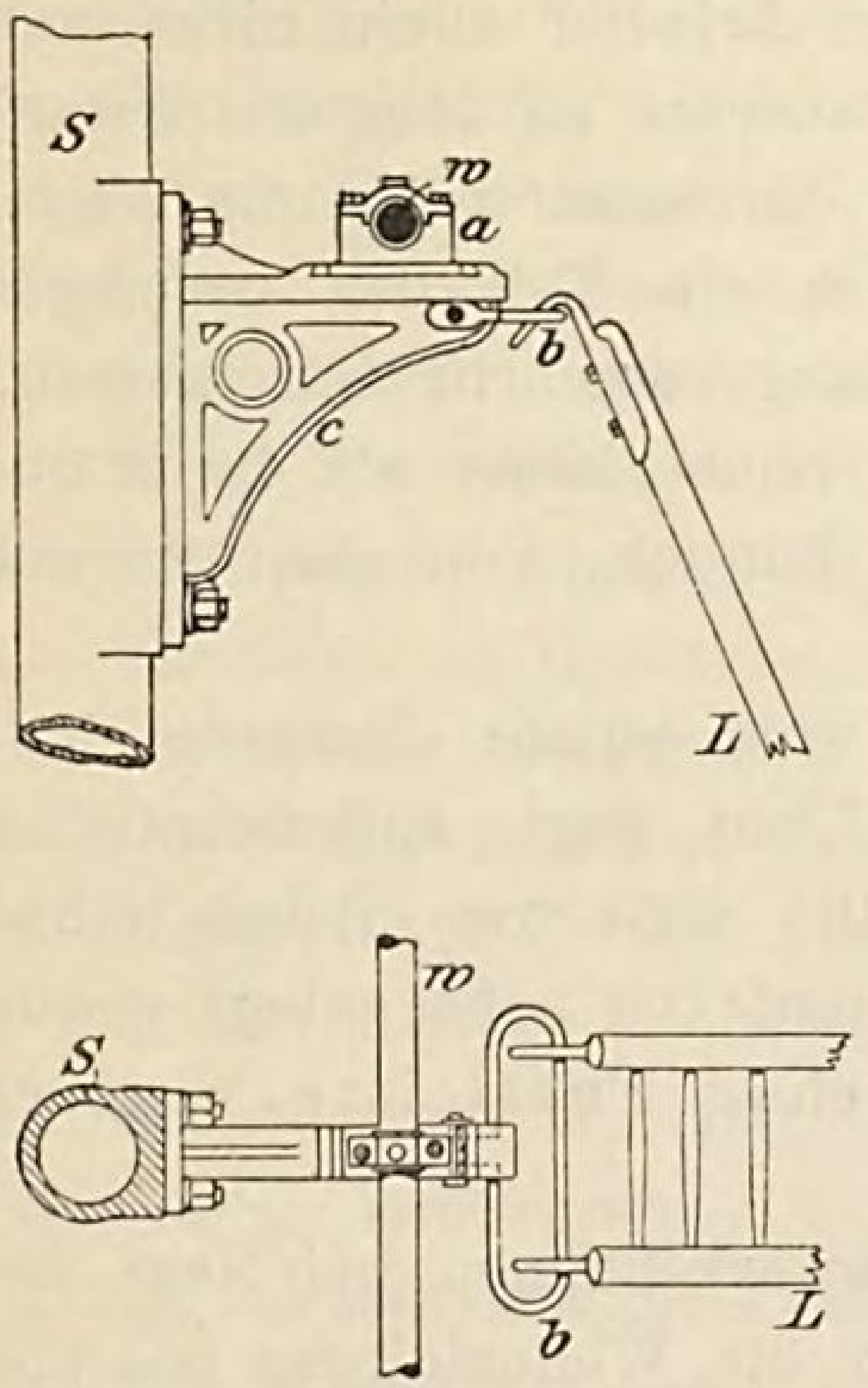
Bei hartem und glattem Fussboden (Zement, Asphalt, Steinfliesen u. s. w.) sind Leitern mit Spitzen gefahrbringend. Es empfiehlt sich hier, die Füsse der Holzleitern zu rauhen oder besser mit sogenannten Bremsschuhen zu versehen. Diese werden aus vulkanisiertem Gummi für die einzelnen Leitern besonders gefertigt und gewissermaassen als Schuh den Leiterfüssen übergezogen. An der Sohle sind die Bremsschuhe zur Erreichung eines besseren Anschlusses an die Fläche des Fussbodens gerippt. Dieser Anschluss lässt sich auch dadurch erreichen, dass man die Leiterfüsse unten drehbar macht (Fig. 485). Bei besonders langen Leitern empfiehlt es sich, der grösseren Sicherheit wegen die Sohle der drehbaren Leiterfüsse ausserdem noch für weichen Boden mit Stahlspitzen oder für harten Fussboden mit Lederstreifen zu versehen.

Müssen hochgelegene Wanddampfmaschinen, Triebwerkslager und dergl. besonders oft bedient oder dauernd überwacht werden, so empfiehlt

es sich, zum mindesten für die oberen Haken der transportablen Leiter besondere Stützpunkte anzuordnen. In Fig. 486 und 487 ist eine derartige Stützvorrichtung für Leitern in der Seiten- und Oberansicht dargestellt.[1])

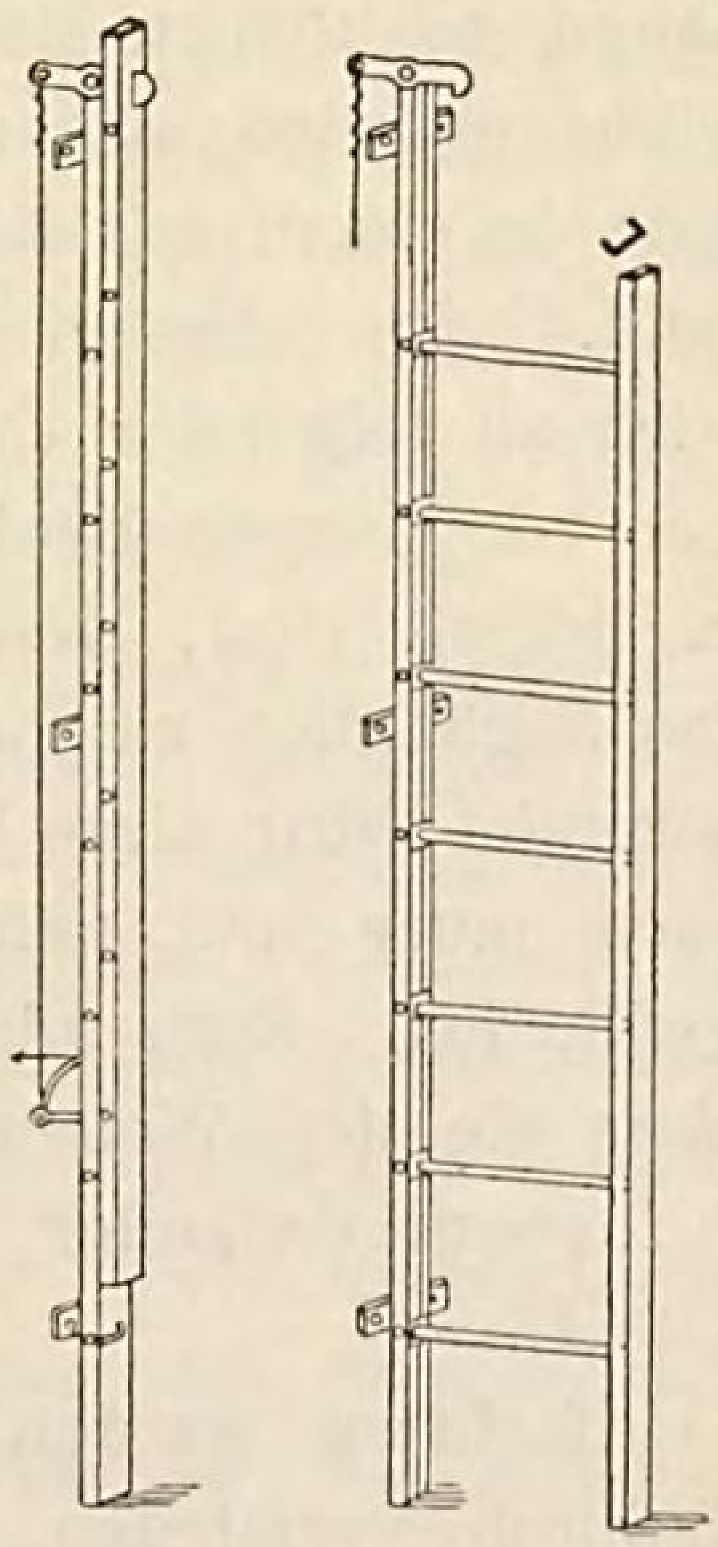
Das Wellenlager a ist an der Säule S mittels der Konsole c befestigt, an dieser ist die Stützvorrichtung für das obere Leiterende angebracht. Dieselbe besteht in einer aus Rundeisen gebogenen länglichen Öse b, in welche die am oberen Leiterende befestigten Haken der Leiter L eingreifen.

Fig. 486 und 487.



Obere Stützvorrichtung für Triebwerksleitern.

Fig. 488 und 489.



Zusammenlegbare Leiter, System Stickelberger.

Den sichersten Schutz gegen Unfälle bieten die für einen bestimmten Zweck festangebrachten Leitern. Leider ist ihre Verwendbarkeit eine verhältnismässig beschränkte, da einerseits das Anlagekapital dadurch ohne zwingende Not vermehrt, andererseits durch die Anbringung solcher Leitern, namentlich in älteren Fabrikanlagen, die Verkehrswege in gefahrbringender Weise verengt werden. Um letzterem Übelstande zu begegnen, dürfte es sich empfehlen, Versuche mit der von Ingenieur Stickelberger in Basel konstruierten zusammenlegbaren Rettungsleiter „Protektor“ zu machen.

In Fig. 488 und 489 ist diese, eigentlich als Rettungsleiter an Gebäudefronten konstruierte Leiter im geöffneten und geschlossenen Zustande dargestellt. Die Leiter

[1]) Diese Anordnung wird von der „Association des industriels de France contre les accidents du travail“ in der Brochüre: Instructions contenant les transmissions, Paris 1890, empfohlen.

besteht ganz aus Eisen, die Holme sind aus u-Eisen gebildet, in deren Schenkeln die Sprossen drehbar gelagert sind. Am oberen Ende des langen Holms befindet sich eine federnde Klinke, die beim Zusammenschlagen der Leiter in einen entsprechenden Ausschnitt des kürzeren Holms tritt. Durch einen Schnurzug oder dergl. kann die Auslösung der Feder und damit die selbstthätige Öffnung der Leiter bewirkt werden. Diese Auslösung kann unter Umständen unter Verschluss gehalten werden, so dass dadurch die Benutzung der Leiter Unbefugten und mit den Gefahren der Wellenleitungen nicht vertrauten Arbeitern unmöglich gemacht wird.

2. Triebwerksbühnen (Galerieen). Überschreiten die Leitern eine gewisse Länge, so können sie von einem Arbeiter allein nicht mehr versetzt werden; es wird alsdann der Transport so langer schwankender Gegenstände in einem mit Riemtrieben durchsetzten Raume äusserst gefahrbringend. Aus diesem Grunde hat ein Teil der Berufsgenossenschaften sich zu folgender Unfallverhütungsvorschrift entschlossen:

„Lager von Hauptwellenleitungen, welche höher als 4,5 m über dem Fussboden liegen, sind, wenn irgend thunlich, von einer feststehenden Galerie aus zugänglich zu machen."

Angewendet wird diese Vorschrift wohl selten; einerseits sind Triebwerksbühnen teuer und nehmen das Licht weg, andererseits sind sie nicht ungefährlich. Zum mindesten sollte man von solchen Bühnen verlangen, dass sie den Wellenleitungen nicht zu nahe gelegt werden und stets mit festem Geländer und mit einer Fussleiste versehen sind (vergl. S. 244).

Am einfachsten werden die Triebwerksbühnen bei Neu- und Umbauten dadurch vermieden, dass man die Wellenleitung nie höher als 4 m über Fussbodenoberkante, am besten unter den Fussboden legt (vergl. S. 583), oder dass man sich für besonders hochgelegene Arbeitsmaschinen des direkten Antriebes durch Elektromotoren bedient, wo solches durch das Vorhandensein einer elektrischen Zentrale ermöglicht wird; denn sehr hochgelegene Wellen sind immer der Gefahr ausgesetzt, schlecht bedient zu werden und schnell zu verstauben.

b. Reinigen und Schmieren der Triebwerke.

1. Reinigen, Abstauben und Putzen der Triebwerksteile. Triebwellen, Kupplungen, Riem- und Seiltriebe sollten zur Verhütung von Unfällen nur während des Stillstandes gereinigt werden. Diese Regel kann aus praktischen Gründen leider nicht immer eingehalten, wohl aber kann verlangt werden, dass das Reinigen und Putzen der Wellenleitungsteile während der Bewegung nur vom Fussboden oder von festangebrachten Bühnen, niemals von Leitern aus und nur mittels geeigneter Reinigungswerkzeuge erfolgen darf, die mit Griffen von

entsprechender Länge versehen sind. Das Triebwerk während des Ganges mit der Hand unter Benutzung von Putzwolle oder Lumpen zu reinigen, ist strengstens zu verbieten.

Zum Reinigen der Triebwellen und Kupplungen während des Betriebes benutzt man am besten eine einfache Stange, die an ihren Enden halbrunde, mit alten Seilen umwickelte Haken von verschiedenem Durchmesser trägt.

Zum Abstäuben der Riemen und Riemscheiben bedient man sich zweckmässig einer entsprechend langen Stange, deren oberes Ende eine kugelige Bürste oder einen aus Lappen fest gewickelten Kopf trägt. Der auf festem Boden stehende Triebwerkswärter hat die Bürste beim Abstäuben der Riemscheiben stets so zu halten, dass die Speichen gegen das Ende der Stange laufen und dass beim Abfegen der Riemen die Bürste stets an den ablaufenden Riemzug gehalten wird.

Zum Abnehmen des Staubes von den Innenseiten der Riemen werden namentlich in Spinnereien häufig kleine Brettchen benutzt, die mit Kratzenbeschlag belegt sind. Besonders bei dieser Arbeit ist darauf zu achten, dass das Reinigen stets am ablaufenden Riemende stattfindet, da sonst Brettchen und Hand leicht zwischen Riem und Scheibe gezogen werden und dann schwere Armverletzungen unvermeidlich sind.

Zum Abstauben niedrig gelegener Wellenleitungsteile bedient man sich zweckmässig der Handfeger und Bürsten mit langem Stiel. Diese Arbeiten sollten möglichst während des Stillstandes der Wellenleitung ausgeführt werden. Es muss dies stets geschehen, wenn Putzwolle oder lose in der Hand gehaltene Lappen zum Reinigen oder Putzen verwendet werden.

2. Für das Schmieren und Fetten der Triebwerksteile gilt im allgemeinen das unter 1 gesagte. Als Unfallverhütungsvorschrift könnte etwa folgende Bestimmung gegeben werden:

„Während das Triebwerk in Bewegung ist, darf das Schmieren desselben nur im Notfalle und dann nur von sicheren und festen Standorten aus stattfinden, das Schmieren darf nur von besonders hierfür beauftragten Arbeitern bewirkt werden."

Es ist wichtig, im allgemeinen darauf zu halten, dass, wo irgend angängig, selbstthätige Schmiervorrichtungen eingeführt werden und dass das Schmieren der Wellenleitung nur in den regelmässigen Betriebspausen durch besonders hierfür angestellte Arbeiter erfolgt. Alsdann muss von dieser Arbeit dem Maschinenwärter vorher Mitteilung gemacht werden, und dieser darf die Betriebsmaschine erst wieder in

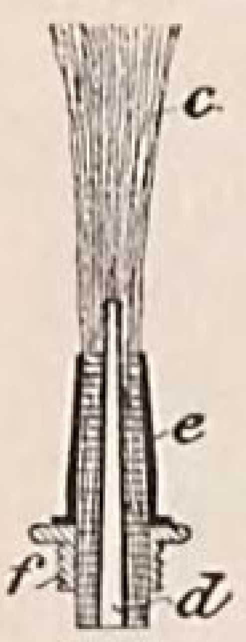
Gang setzen, wenn ihm vom Triebwerkswärter oder vom Werkmeister hierzu persönlich die Erlaubnis erteilt wird.

Das Schmieren der Räderwerke an Wellenleitungen soll, wie jede Reinigungsarbeit derselben, nur während des Stillstandes erfolgen, wobei die Kammschmiere mittels einer Bürste an langem Stiel gleichmässig über die Zähne der Räder verteilt wird. Die Benutzung der gewöhnlichen Schmierkannen ist zu vermeiden.

Wird es aus praktischen Gründen oder im Notfalle erforderlich, die Räderwerke während des Ganges zu schmieren, so muss diese Arbeit unter allen Umständen an derjenigen Seite der Räder vorgenommen werden, an der die Zähne auseinanderlaufen. Wird an der gegenüberliegenden Zahneingriffseite geschmiert, so sind Unfälle unvermeidlich.

Zum Schmieren bewegter Zahnrädertriebe empfehlen sich Bürsten oder breite Pinsel mit langen Stielen, sowie die in Fig. 490 angedeutete Schutzvorrichtung von Bachofner in Zwittau (Mähren). Auf das äusserste Ende einer Schmierkannentille ist mittels der Gewindehülse ef eine zweite Ausflussöffnung d aufgeschraubt, die ihren Inhalt in das Borstenbündel c ergiesst. Wird diese Einrichtung an einer schwingenden Ölkanne angebracht, wie solche Seite 549 dargestellt ist, so wird damit die Möglichkeit gegeben, auch hochgelegene Rädertriebe vom Fussboden aus zu schmieren, wodurch der Gebrauch der Triebwerksleitern vermieden wird.

Fig. 490.



Schutzvorrichtung von Bachofner.

Das Bestreichen der Treibriemen mit Riemschmiere hat den Zweck, den Riem geschmeidig zu erhalten und dessen Reibung an der Riemscheibe zu vermehrten. Der Riem saugt alsbald das Fett auf, schwillt dadurch an, kürzt sich und schmiegt sich dann fester an die Scheibe. Über die Vorteile der verschiedenen Riemfettungsarten ist man gegenwärtig noch geteilter Meinung. Jedenfalls sollte man die Anwendung von Kolophonium, harzigen Stoffen, Teer, Pech, Wachs u. dergl. vermeiden, da sie das Leder hart und spröde machen und die Riemscheiben beschmutzen. Auch die vielfach im Handel als „Friktionsschmiere, Adhäsionsfett“ u. s. w. angepriesenen Mittel sind mit Vorsicht zu verwenden. Am besten wirkt reiner heiss aufgetragener Rindertalg, dem etwas Fischthran beigegeben werden kann. In Amerika hat ein Gemisch aus drei Teilen Thran und einem Teil Rindertalg die weiteste Verbreitung gefunden.

Das Fetten der Riemen soll, wo nur immer möglich, ebenfalls nur während des Stillstandes der Wellenleitung vorgenommen werden; leider ist dies in vielen Fällen unpraktisch oder nicht durchführbar. Alsdann darf das Einfetten nur bei langsamem Gang der Wellenleitung und mittels

langbestielter Schmierbürsten vorgenommen werden und muss stets an der Seite des Riemtrums, welcher von der Scheibe abläuft, erfolgen. Wird an der Einlaufseite des Riems geschmiert, so ist das Fangen der Bürste kaum vermeidlich, und die Hand des Arbeiters kann hierbei leicht zwischen Riem und Scheibe geraten.

c. Verbinden der Riemen und Seile.

Das Ausbessern, Kürzen und Verbinden der Riemen und Seile darf nur von besonders hierfür angestellten Arbeitern und von diesen nur dann während des Betriebes vorgenommen werden, wenn die Riemen und Seile in sicherer Weise von den bewegten Triebwellen und Riemscheiben entfernt gehalten werden. — Die Riemverbindungen sind fest und möglichst glatt herzustellen.

Selbstverständlich soll in der Regel das Ausbessern der Riemen während der gewöhnlichen Betriebspausen oder bei gesichertem Stillstande der Wellenleitung stattfinden; nur aus wichtigen betriebstechnischen Gründen darf diese ausserordentlich gefährliche Arbeit bei bewegter Wellenleitung vorgenommen werden. Der abgeworfene Riem ist alsdann an einem Riemträger (s. S. 611) aufzuhängen. Während des Riemkürzens den Riem mittels einer Stange oder dergl. von einem zweiten Arbeiter halten zu lassen, ist nicht ratsam, da hierbei durch Unvorsichtigkeit der Riem leicht auf die laufende Welle fallen und Unheil anstiften kann. Unter keinen Umständen aber sollte es gestattet sein, dass der Hilfsarbeiter das Riemabhalten mit der blossen Hand oder von nicht sicherem Standpunkte aus bewirkt. Überall, wo es angängig ist, sind die Riemen während des Flickens von der Wellenleitung ganz zu entfernen oder sind Riemverbinder zu verwenden, welche ein Einhaken der gekürzten Riemenden gestatten (vergl. Bachmann's Scharnierverbinder S. 607).

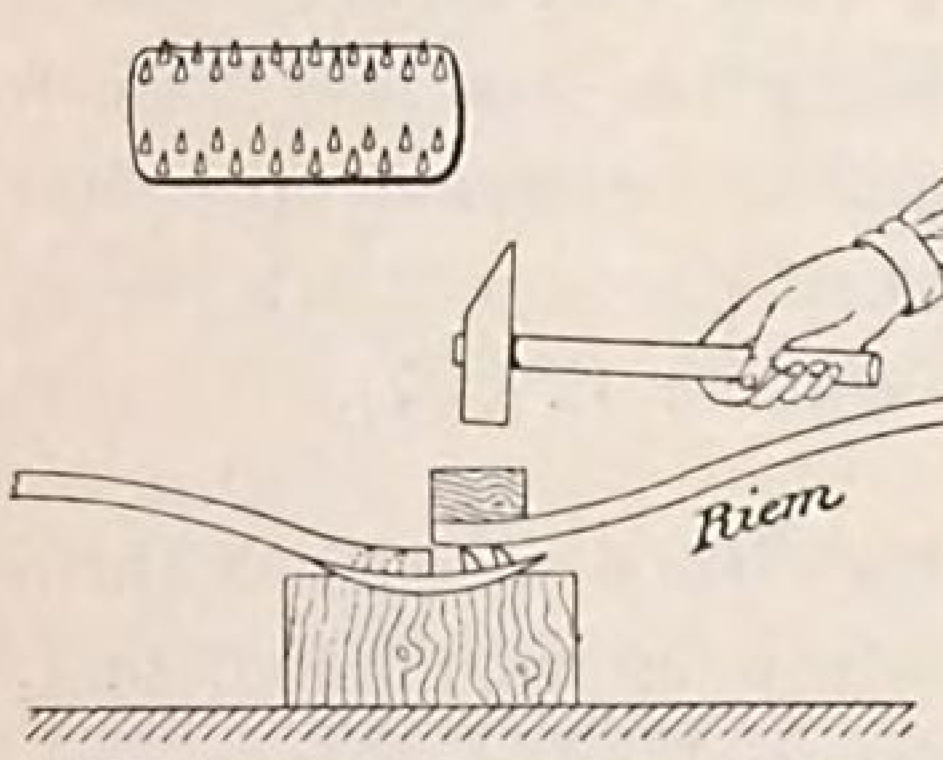
1. Verbindungen für Lederriemen. Das Binden oder Nähen der Treibriemen ist das älteste Verfahren, dieselben zu verbinden, und, trotz der vielen z. Z. bestehenden Patente für Riemverbinder, immer noch das beliebteste, wenn auch nicht das sicherste. Die Naht liegt gewöhnlich frei und ist dem schnellen Verschleiss unterworfen, sie wird mit der Zeit lose und eignet sich dann zum Fangen von Kleidungsstücken. Schlecht genähte Riemen werden leicht schlaff und vermehren dadurch die gefährliche Arbeit des Riemauflegens. Das Nähen selbst ist zeitraubend, und da es zumeist während des Ganges der Welle ausgeführt werden muss, äusserst gefahrbringend. Die Binde- oder Nähriemen werden gewöhnlich aus Fettgar- oder Crownleder gefertigt, in neuerer Zeit aus dem etwas dünneren und festeren Transparentleder. Um das Hervorstehen

der Binderiemen zu vermeiden und dadurch die Haltbarkeit der Naht zu erhöhen, wendet Pretzel in Berlin eine vertieftliegende Naht an (D. R.-P. 5201). Die übereinander gelegten Riemenden sind ausserdem geleimt. Geleimte und zugleich genähte Lederriemen bilden eine ausreichend feste Verbindung, während das Leimen oder Kitten allein nur für schwache Riemen Anwendung finden sollte.

Hakenförmige Verbindungen. In einfachster Weise befestigt Köhsel in Berlin die vorher geleimten Riemteile durch die ihm patentierte Metallnaht. Die krampenförmigen Metallstreifen werden in besonders vorgestochene Löcher eingeführt und die auf der Laufseite des Riems hervorstehenden Enden mit einer besonders hierfür eingerichteten Zange derartig umgebogen, dass die Spitzen der Krampen etwa 1 bis 2 mm vertieft zu liegen kommen, um ein Aufbiegen derselben zu verhindern. Ähnlich sind der Amerikanische und der Buffalo-Riemverbinder;[1]) jener ist flach, letzterer mehr rundlich gestaltet und bedarf einer besonderen Verlochung nicht. Beide sind aus weichem und zähem Holzkohleneisen hergestellt. Diese Verbindungsarten sind leicht und bequem, jedoch nicht unfallsicher, da Verletzungen durch die mit der Zeit sich aufbiegenden Spitzen nicht ausgeschlossen sind.

Weite Verbreitung hat Harris' Riemverbinder gefunden (D. R.-P. 36837). Er besteht aus einer dünnen, gebogenen Platte aus Temperguss, die unten je zwei Reihen nach der Mitte zu schief gestellter Spitzen trägt, deren Stellung das selbstthätige Lösen der Verbindung verhindern soll (Fig. 491). Die Befestigung geschieht auf die in Fig. 492 veranschaulichte Weise. Der untergelegte Holzklotz ist der Plattenwölbung entsprechend etwas auszuhöhlen. Diese Verbindung ist schnell herzustellen, leicht und fest und kann als praktisch und gefahrlos empfohlen werden.

Fig. 491 und 492.



Harris' Riemverbinder.

Eine Vereinigung des Harris'schen und des amerikanischen Riemverbinders ist der in Fig. 493 und 494 (S. 605) gezeichnete Stahlblechriemverbinder (D. R.-P. 35156). Er besteht aus einer dünnen, etwas gewölbten Stahlblechplatte mit ausgestanzten Spitzen, die von der Aussenseite des Riems her eingeschlagen werden und diesen nicht ganz durchdringen. Um einem Verziehen oder Knicken der dünnen Platte vorzubeugen empfiehlt es sich, beim Gebrauch zuerst die beiden an den Plattenenden sich gegenüberstehenden Spitzenpaare einzuschlagen, dann die zunächst gelegenen u. s. f. — Diese Riemverbindung ist zwar schnell zu bewirken, leicht und unfallsicher, aber zu wenig fest und daher nur für schwache Riemen zu verwenden.

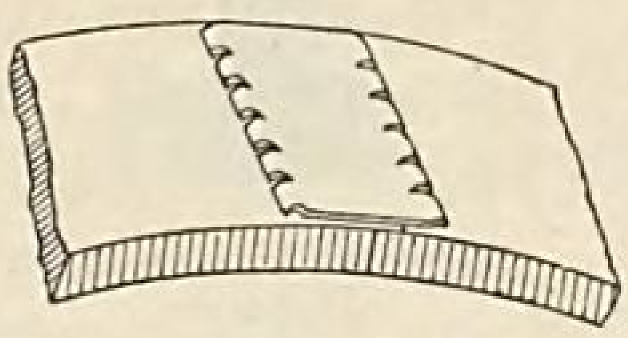
[1]) Vergl. Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I, S. 93, Fig. 140 bis 142. Berlin 1889.

Eine Verbesserung des Harris'schen Riemverbinders ist der Treibriemverbinder von Seebold (D. R.-P. 44305), insofern er statt der starren Platte in der Mitte eine bewegliche hat (Fig. 495 und 496). — Die Drehfähigkeit der beiden Teile a und b ist nach beiden Seiten durch die Anschlagflächen 1, 2 und 3, 4 und durch die kleinen, den Köpfen hh^1 angewalzten Flächen derartig begrenzt, dass beim freien Riemlauf die Verbindung starr bleibt und eine Lockerung der Haltestifte c nicht eintritt. Die Zusammenfügung der Scharniere erfolgt nach Art des Bajonnetverschlusses, indem die Köpfe h der getrennten Stege s in die Zwischenräume der durch den Kopf h^1 verbundenen Stege s^1 eingeführt und dann quer verschoben werden, bis die seitlichen Knaggen i an h und n an s^1 treffen sowie der Sicherungsvorsprung r in den Ausschnitt r^1 greift.

Fig. 493.

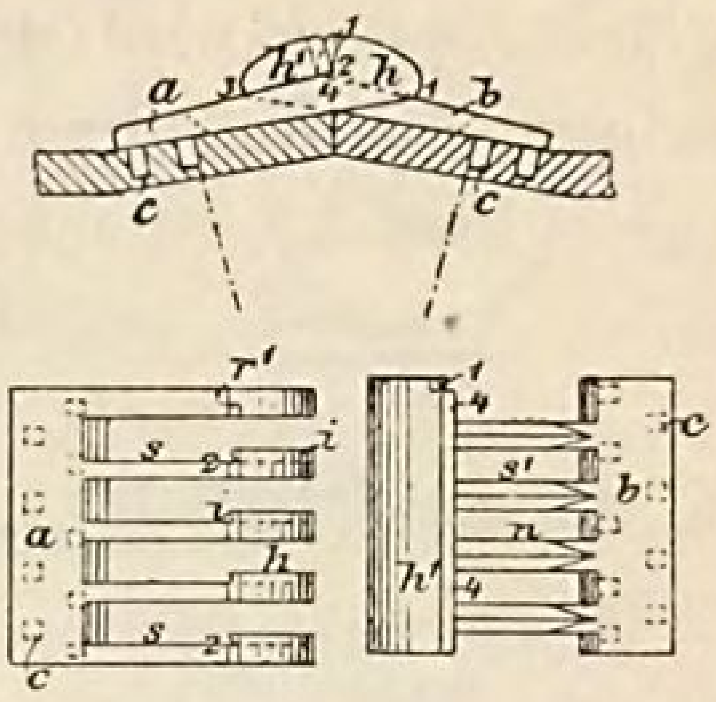


Fig. 494.



Stahlblech-Riemverbinder.

Fig. 495 und 496.



Seebold's Riemverbinder.

Diese Verbindung erscheint zwar etwas kompliziert und erfordert geübte Arbeiter, ist aber aus Gründen der Sicherheit zu empfehlen. Sie ist, neben dem Seite 607 beschriebenen Scharnierverbinder, die einzige uns bekannte Verbindungsart, die in jedem Falle gestattet, den Riem von den Wellen ganz abzunehmen, am ungefährlichen Ort zu kürzen und schnell und gefahrlos wieder zu verbinden. Zudem hat der Seebold'sche Riemverbinder geringes Eigengewicht, gestattet das Laufen auf kleinen Scheiben, verhindert infolge seiner Beweglichkeit das selbstthätige Herausziehen der Haltestifte und dürfte auch zu Unfällen selten Veranlassung geben, da die an der Aussenseite des Riems hervorstehenden Scharnierköpfe sehr niedrig sind.

Riemschraubenverbindungen. Das Alter der Riemschraubenverbindungen und die Sicherheit, mit der sie vom ungeübtesten Arbeiter sachgemäss ausgeführt werden können, erklären ihre ausgedehnte Verbreitung; im übrigen sind sie als mustergiltig nicht zu bezeichnen. Die in den Riem geschlagenen Löcher vermindern die Festigkeit desselben, die aufgelegten Lederlaschen bieten Anlass zu Unfällen, und das lästige eintönige Anschlagen der Schraubenköpfe auf die Riemscheibe ermüdet das Ohr. Zu diesen Übelständen tritt noch hinzu, dass sich sowohl die für einfache Riemen verwendeten, gewöhnlichen Riemschrauben (Fig. 497), als auch die für Doppelriemen angewendeten sogenannten Stahlschrauben (Fig. 498) während des Betriebes lockern. Die dadurch sich schiefziehenden Riemen springen leicht ab, wodurch die gefahrbringende Arbeit des Riemauflegens häufiger erforderlich wird; ausserdem sind die hervorstehenden Schraubenköpfe der Stahlschrauben direkt gefahrbringend.

Zur Vermeidung des erstgenannten Übelstandes ist die Doppelschraube mit rechtem und linkem Gewinde (D. R.-P. 3677) erfunden worden. Sie besteht (Fig. 499) aus zwei ineinander greifenden Schrauben, von denen die obere aus Bronze, die untere aus Stahl gefertigt ist. Beide Teile besitzen verhältnismässig grosse Köpfe,

deren auf den Riem drückende Flächen kreisförmig gerippt sind, um der Befestigung einen grösseren Halt zu geben und das Langziehen der Riemlöcher zu verhindern. In neuerer Zeit werden die Riefen zweckmässig durch Stifte ersetzt (Fig. 500). — Die

Fi. 497.

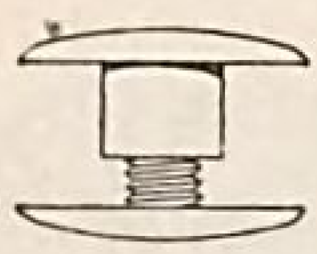


Fig. 498.

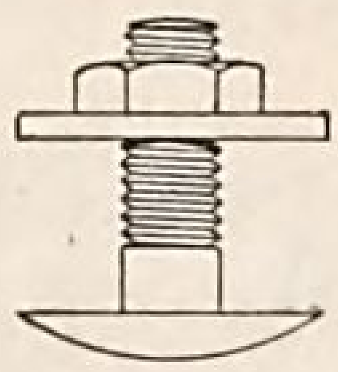


Fig. 499.

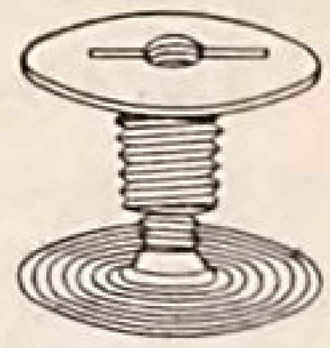


Fig. 500.

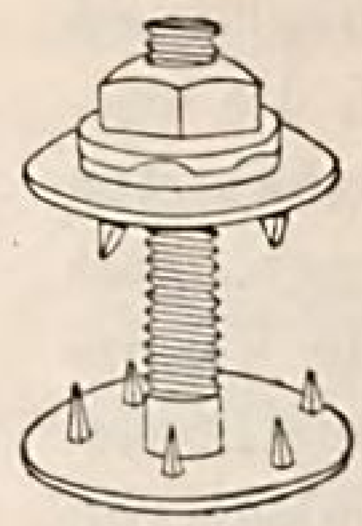
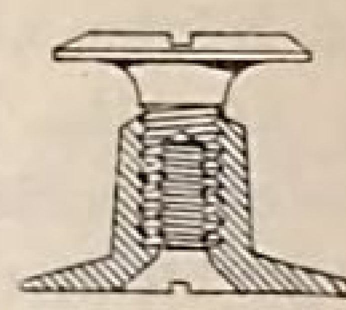


Fig. 501.



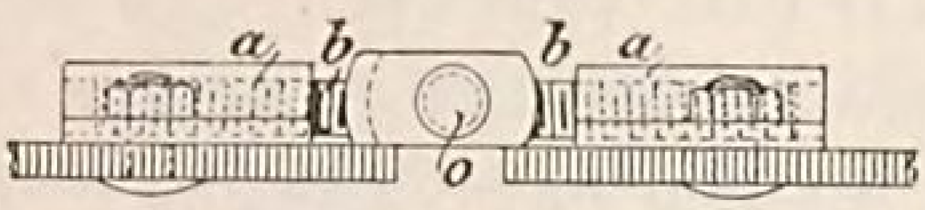
Gewöhnliche Stahl- Doppel- Haken- Patent-

Riemschraube.

neue Patent-Riemschraube mit rechtem und linkem Gewinde besteht aus drei Teilen (Fig. 501) und soll, wie die Doppelschraube, das selbstthätige Losdrehen verhindern. Das Schwächen der Riemen und das lästig tönende Anschlagen gegen den Riemscheibenkranz vermeidet sie indess nicht.

Für Lederriemen, die sich nur wenig nachziehen und die schwer aufzubringen sind, empfiehlt sich der Treibriemverbinder von Pickard (D. R.-P. 61494), weil er das Spannen des Riems gestattet, ohne dass ein Abnehmen desselben von den Scheiben erforderlich ist. Er besteht (Fig. 502) aus zwei Laschen, die mittels Stahlschrauben an den Riemenden befestigt sind. In die Gewindelaschen aa treten zwei Schraubenbolzen bb mit entgegengesetztem Gewinde; durch Anziehen des gemeinschaftlichen Kopfes werden die Laschen und somit auch die Riemenden einander genähert. Bei o ist der Schraubenkopf mit einem Gelenkbolzen versehen, der gestattet, dass die Verbindungsstelle des Riems sich der Scheibenrundung anpasst. Diese Riemverbindung ist verhältnismässig schwer und hat die bei den Riemschrauben hervorgehobenen Nachteile.

Fig. 502.



Pickard's Riemverbinder.

Riemverbindungen durch Nieten. In ähnlicher Weise, wie die Seite 604 besprochenen amerikanischen Riemverbinder beanspruchen Greens Patent-Messingnieten die Riemenden. Sie sind seit langem in Gebrauch und werden in flacher und

Fig. 503.

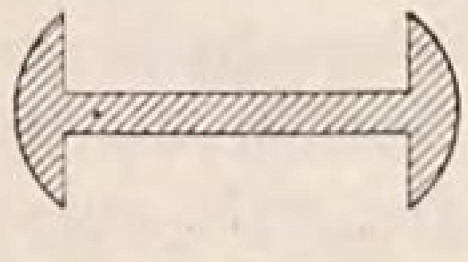


Fig. 504.

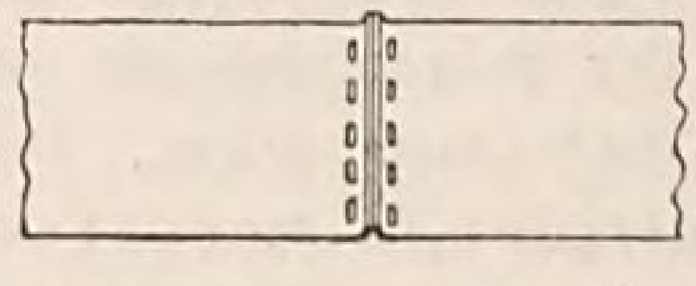
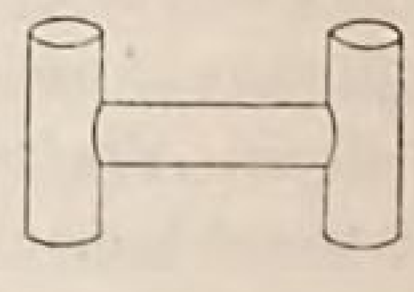


Fig. 505.



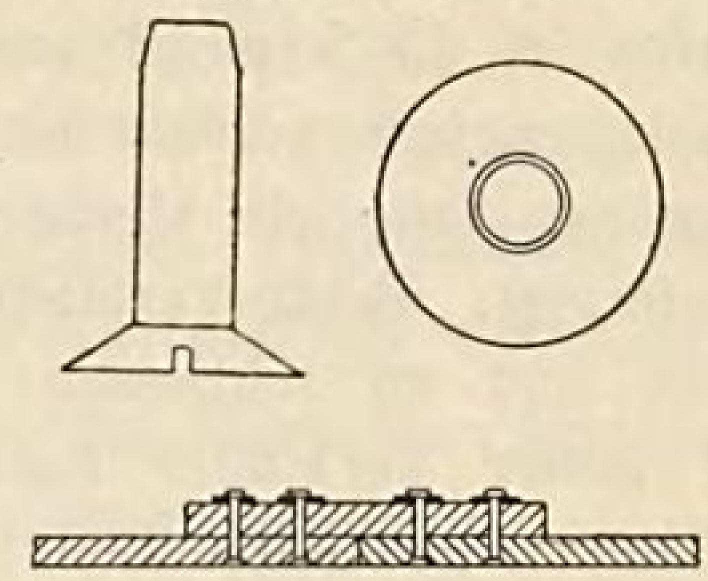
Green's Patent-Messingnieten.

runder Form geliefert (Fig. 503 und 505). Die flachen Riemnieten sind die bekanntesten. Die Riemverbindung geschieht in der Weise, dass die übereinander gelegten Riemenden mittels Riemschere oder Riemahle durchlocht werden, so dass beim Durchstecken der Nieten die stumpf zusammengelegten Riemenden sich laschenförmig aufbiegen (Fig. 504), wodurch eine direkte Berührung der Nieten mit der Riemscheibe vermieden wird. Die Riemverbindung lässt sich mit beiden Nietarten schnell und leicht

von Jedermann herstellen, sie hat aber den Nachteil, dass sie das Leder stark auf Ausreissen in Anspruch nimmt, und ist daher nur für schwache und mittlere Riemstärken zu verwenden.

Eine andere sehr beliebte und einfache Riemverbindung bieten die Kupfernieten mit Unterlagsscheibe (Fig. 506 bis 508), die auch bei Haarriemen Verwendung finden. In diesem Falle werden die Riemenden dem Faden nach gerade geschnitten, stumpf aneinandergestossen und überlascht (Fig. 508). Die Nietlöcher dürfen alsdann, wie bei allen gewebten Riemen, nie mit dem Locheisen geschlagen, sondern müssen stets mittels der Riemahle gestochen werden, da sonst die Gewebsfasern durchschnitten würden.

Fig. 506 bis 508.

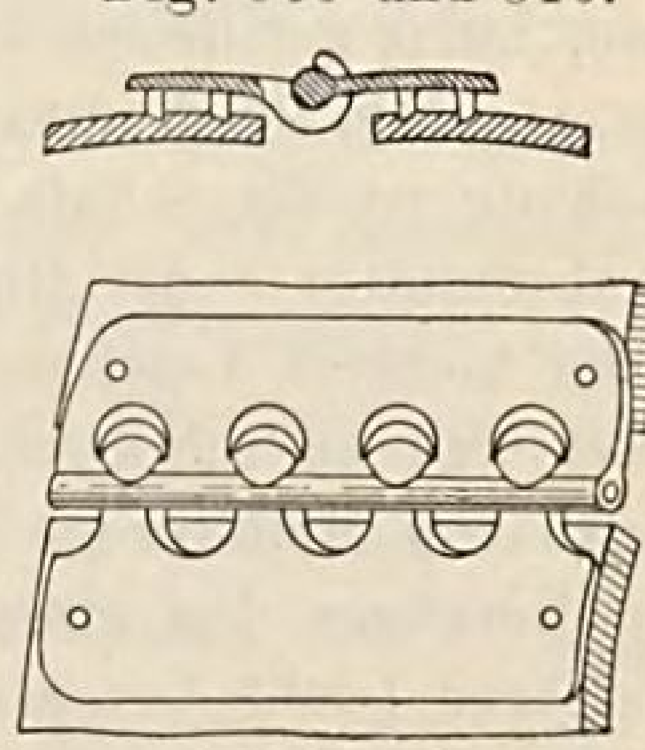


Riemverbindung durch Kupfernieten.

2. Verbindungen für gewebte Treibriemen. Die Verbindung der aus Baumwolle, Hanf, Gummi oder Haaren gewebten Treibriemen kann durch Nähen und Nieten oder mittels Haken, Laschen und Schnallen bewirkt werden. Die beiden erstgenannten Verbindungsarten unterscheiden sich nicht von den bei Lederriemen gebräuchlichen.

Hakenförmige Riemverbindungen. Die älteste Verbindungsart für Baumwollriemen ist Bachmann's Scharnierverbinder (D. R.-P. 336); ihm ist der S. 605 beschriebene Riemverbinder von Seebold sehr verwandt, das daselbst Gesagte gilt also auch hier. Beide Verbindungsarten unterscheiden sich eigentlich nur durch die Verschiedenartigkeit ihres Schlusses. Der Seebold'sche Bajonnetverschluss ist zwar etwas schwieriger einzuhängen, dafür aber auch fester als die Bachmann'sche Verbindung. Überhaupt haften die Spitzen der Verbinder in Baumwollriemen weniger fest als in Leder; aus diesem Grunde müssen die Scharnierbänder des Bachmann'schen Verbinders noch besonders durch Niete an den Treibriemenden befestigt werden (Fig. 509 und 510).

Fig. 509 und 510.



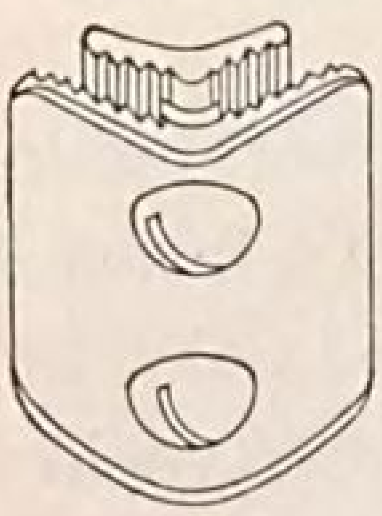
Bachmann's Scharnierverbinder.

Riemverbindung durch Laschen. Mehrfach findet man für gewebte Riemen den Koch'schen Patentverbinder (D. R.-P. 3041) angewendet. Er besteht, wie Fig. 511 (S. 608) veranschaulicht, aus einer Ober- und einer Unterlippe, deren Innenflächen geriefelt sind. Die dicht aneinander gelegten Riemenden werden durch zwei Schlitzschrauben zusammengepresst, die in entsprechende Aussparungen des Riems treten. Da die Mitten der Schlitzschrauben mit der Stossfläche der beiden Riemenden in einer Ebene liegen, so wird der Riem durch die an den Riemkanten zu machenden kleinen Ausschnitte nicht geschwächt. Die obere Lasche ist so stark gebogen, dass die Unterlasche bei geschlossener Verbindung vollständig innerhalb der Riemkrümmung liegt, wodurch ein Aufschlagen des Verbinders auf die Riemscheibe vermieden wird. — Soll der Koch'sche Verbinder für Lederriemen Anwendung finden, so sind die Innenflächen der Laschen statt der Riefeln mit Zähnen zu versehen.

Die Franz zur Nedden patentierte Universal-Riemverbindung (D. R.-P. 18325) lässt sich wie der Koch'sche Verbinder für Leder- und gewebte Riemen ver-

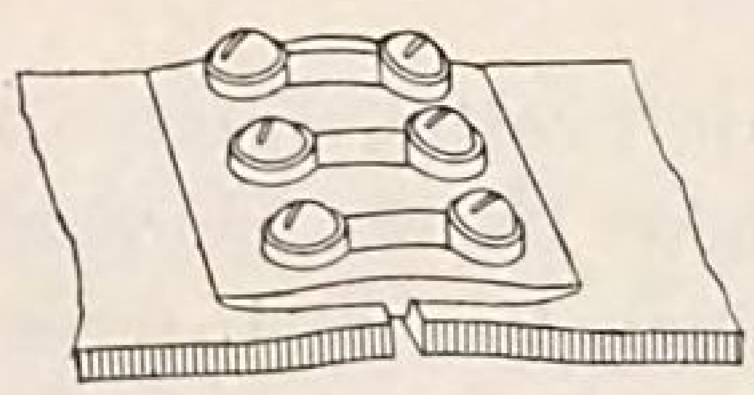
wenden. Die Laschen sind aus Temperguss oder Metall hergestellt. Die Nedden'sche Konstruktion (Fig. 512) unterscheidet sich von der Koch'schen dadurch, dass die Unterlasche fehlt, die Oberlasche weniger gekrümmt, schwächer gehalten und durch Aussenrippen verstärkt ist. Die fehlende Unterlasche wird durch den Eintritt der Schraubenschafte in die stumpf zusammenstossenden Riemenden ersetzt. Diese mangelhafte Befestigungsart macht den Nedden'schen Riemverbinder nur für kleine Kraftübertragungen tauglich; thatsächlich wird derselbe auch nur für Riembreiten bis zu 120 mm angefertigt. Beide Verbinder haben verhältnismässig geringes Gewicht, sind schnell zu öffnen und zu schliessen (beim Kürzen ist nur nötig, das eine Riemende zu lösen), und weder Verbinder noch Schrauben kommen mit der Riemscheibe in Berührung. Der hervorstehenden Teile wegen sind indess beide Verbindungsarten nicht ganz unfallsicher.

Fig. 511.



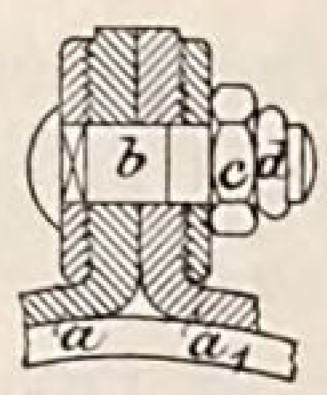
Koch's

Fig. 512.



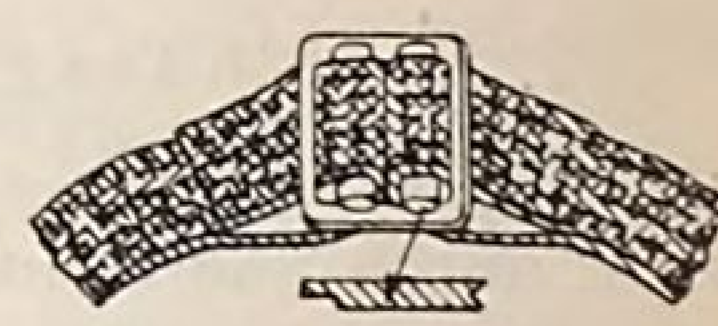
z. Nedden's

Fig. 513.



Laschenschrauben-

Fig. 514.



Schnallen-

Riemverbindung.

Am häufigsten kommt für gewebte Riemen die gewöhnliche Laschenschrauben-Verbindung zur Anwendung. Sie besteht, wie Fig. 513 ersichtlich macht, aus einem dünnen, innen geriffelten Laschenpaare, das gegen die nach aussen aufgebogenen Riemenden a gelegt und mittels Schraube c verbunden wird. Zur Sicherung der Verschraubung ist der Schaft b am Fussende mit einem Vierkant versehen und ist vor die Schraubenmutter c der Gummiring d gelegt worden. Je nach der Riembreite werden ein oder mehrere Laschenpaare angewendet. — Diese Verbindung ist sehr fest, leicht zu lösen und zu schliessen und vermeidet das Schwuchten des Riems sowie das Aufschlagen von Metallteilen auf die Riemscheibe. Leider verbindet sie mit ihren erheblichen Vorzügen den grossen Nachteil, dass die weit hervorstehenden Laschen zu Unfallgefahren leicht Veranlassung bieten.

Riemverbindung durch Schnallen. Diese Klemmverbindung (Fig. 514) kommt selten zur Anwendung; sie besteht aus einer Schnalle, die in der Mitte zwei Rundstäbe trägt, um welche die beiden Riemenden gelegt werden. Zur besseren Sicherheit können die freien Enden vernäht werden. Sie ist nur für gewebte Riemen verwendbar, lässt sich leicht öffnen und schliessen, ist ausserordentlich leicht, vermeidet jede Schwächung des Riems und schliesst das Aufschlagen von Metallteilen auf die Riemscheibe aus. Ein Nachteil ist, dass die Schnallenriemverbindungen nicht im Ausrücker laufen und nur für schwache Riemen und kleine Kraftübertragungen verwendet werden können. Die seitlich hervorstehenden Schnallen bieten ausserdem zu Unfällen leicht Anlass.

Keine der zur Zeit bekannten Verbindungsarten für gewebte Riemen kann hiernach als mustergiltig empfohlen werden. Mit dem Vorhandensein einer dauerhaften, leistungsfähigen und gefahrlosen Riemverbindung dürfte auch die wünschenswerte Verbreitung gewebter Treibriemen wachsen.

3. Riem- und Seilspanner. Als Hilfsmittel beim Verbinden schwerer Treibriemen und Treibseile bedient man sich vorteilhaft der sogenannten Riem- oder Seilspanner, die insofern als Schutzvorrichtung wirken, als sie die Arbeit des Ausbesserns der Riemen und Seile erleichtern und die hierfür aufzuwendende Arbeitszeit verkürzen. Sie bieten ausserdem eine bessere Gewähr dafür, dass die Verbindungsnaht genau senkrecht zum Riemzuge zu stehen kommt, wodurch ein Schieflaufen und das damit verbundene öftere Abspringen der Riemen vermieden wird. Die Zugkraft für den Riemspanner wird entweder durch Schraubenspindeln (mit oder ohne Radübersetzung) oder durch Hebelübersetzungen erzeugt; für Seilspanner sind nur letztere gebräuchlich. Riemspanner und, wo erforderlich, auch Seilspanner sollten in keinem Maschinenbetriebe fehlen.

Die bisher in den Handel gebrachten Riemspanner lassen sich einteilen in solche mit und ohne Räderübersetzung und in solche mit Hebelübersetzung. Näher auf die Beschreibung derselben einzugehen, verbietet der beschränkte Raum.

4. Verbindungen der Treibseile und Treibschnüre. Die Haltbarkeit eines jeden Seiles hängt wesentlich von der Befestigung desselben ab. Sie pflegt — abgesehen von dem verwerflichen Festbinden oder Verknoten — meist dadurch bewirkt zu werden, dass mittels Spleissens, Bewickelns, Nähens, Vernietens, Verschraubens oder mit Zuhilfenahme von Schellenschlössern oder Ziehbändern eine Öse hergestellt wird.

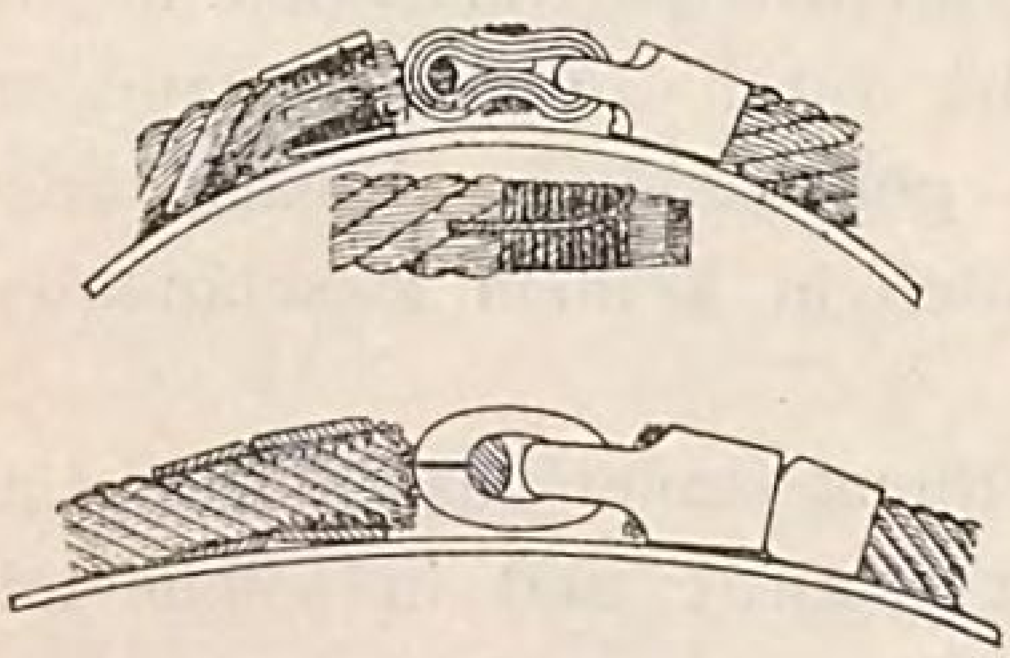
Im allgemeinen decken sich die Bedingungen für ein gutes Seilschloss mit denen für eine gute Riemverbindung. Beide müssen fest und frei von hervorstehenden Teilen sein. Besonders letztere Bedingung ist bei den Seilschlössern in erhöhtem Maasse zu fordern, da die Verbindungsteile sich innerhalb der Seildurchmesser halten müssen. Das lästig tönende Anschlagen der Seilschlösser ist der Form und Herstellungsart der Seile wegen nicht zu vermeiden.

Die Spleissung, die älteste und haltbarste der in Gebrauch befindlichen Verbindungsweisen, kann auch vom Stande der Unfallverhütung aus als die beste bezeichnet werden. Zur Herstellung eines Seilspleisses für Drahtseile wird jedes Ende etwa 1 m lang aufgeflochten, die Hanfseele so weit herausgeschnitten und die aufgeflochtenen Seillitzen wechselseitig in einander gesteckt, so dass die Litzen von einem Ende über das andere Ende des Seiles zu liegen kommen. Nun löst man an dem einen Ende eine Litze noch 1 m weiter auf und flicht an deren Stelle eine Seillitze des anderen Endes hinein. Die beiden Seillitzenenden werden einmal umschlungen in einzelne Drähte aufgeflochten und diese dann in das Seil hineingesteckt. Als Werkzeug bedient man sich dabei eines Stecheisens in Form einer Lanzette mit etwas abgerundeten Kanten, etwa 13 mm breit und 150 mm lang. Nachdem dann in gleicher Weise die zweite Litze auf 660 mm, die dritte auf 330 mm Länge aufgeflochten und ver-

stochen ist, nimmt man dieselbe Verrichtung nach dem anderen Ende hin mit den übriggebliebenen drei Litzen des ersten Endes vor. Nach beendeter Arbeit dürfen Drahtspitzen nicht vorstehen, weil ein solches Vorstehen Veranlassung zu unruhigem Gange und schneller Abnutzung der Seilscheibenfütterung giebt. Man stosse solche Drahtspitzen nach innen. Einschlagen der ganzen Spleissung in ein passendes Gesenk mit abgerundeten Ecken ist sehr nützlich, um einen gleichen Seildurchmesser herzustellen.

Der Nachteil dieser Verbindung besteht darin, dass das Spleissen nur von geübter und geschickter Hand ausgeführt werden kann. Dieser Umstand führte zu der Anwendung der Seilschlösser. Bei dem Kortümschen Seilschloss werden die Seilenden in konischen Gehäusen durch verzahnte Keile gehalten, die so geformt sind, dass die Pressung, welche das Seilende erleidet, am vorderen Ende am kleinsten ist und nach hinten allmählich zunimmt. Die Gehäuse sind mit Stahlbügel versehen und werden durch geeignete, mit Leder ausgelegte Zwischenstücke paarweise verbunden (Fig. 515). Für Schlösser mit 12 mm Durchmesser wendet man statt der Lederriemen Stahlverbindungen an (Fig. 516). Der Durchmesser des Seilschlosses muss stets um ein geringes kleiner sein als der des Hanf- oder Drahtseiles.

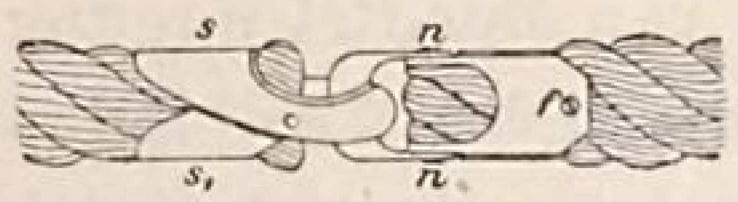
Fig. 515 und 516.



Seilschloss von Kortüm für Hanfseil- und Drahtseilverbindung.

Das Seilschloss von Müller & Kamin (Fig. 517) wird in der Weise aufgebracht, dass die flachgedrückten, bezw. geschlagenen Seilenden zwischen die um zwei Nieten n drehbaren Schlosshälften gebracht werden. Die rechts gelegenen Schlosshälften werden durch die Schrauben f mit einander verschraubt, wobei sich die innerhalb der Schlosshälften befindlichen Gegenhaken (Zähne) fest in das Seilende drücken, auf diese Weise die durch die Schrauben f bewirkte Befestigung verstärkend.

Fig. 517.

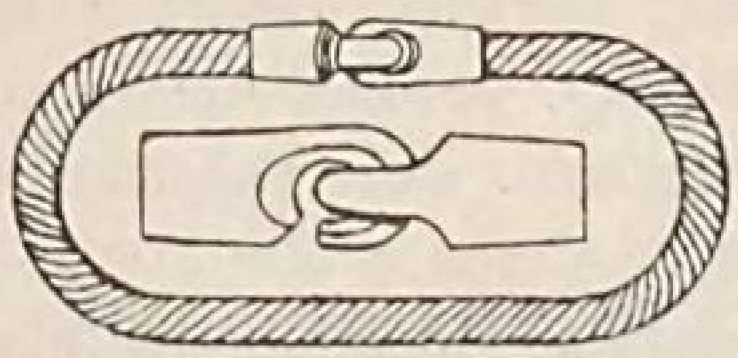


Seilschloss von Müller & Kamin.

Empfehlenswert sind die Seilschlösser gegenüber der Spleissung nicht. Sie nutzen sich schnell ab und beschädigen die Seilenden. — Das Spleissen der Hanfseile geschieht in ähnlicher Weise, wie oben bei den Drahtseilen angegeben ist.

Von den Verbindungen für Treibschnüre ist die verbreitetste die mittels Haken und Öse (Fig. 518 und 519). Beide sind aus Gussstahl gefertigt und an ihren Enden zylinderförmig erweitert; im Innern tragen letztere ein konisches Gewinde, mittels dessen die beiden Verbindungsteile auf den Treibschnurenden festgeschraubt werden. Zur Sicherung kann man Haken und Öse mit der Treibschnur noch besonders durch vernietete Stifte verbinden. — Dünnere Treibschnüre mit nicht fasernden Enden lassen sich auch in einfacherer Weise durch Einhaken eines S-förmig gebogenen Drahthakens verbinden. Diese Verbindung bedingt aber immer einen starken Verschleiss der Schnurenden.

Fig. 518 und 519.



Treibschnur-Verbindung.

In der Praxis werden häufig schwache Treibschnüre, namentlich die sogenannten Pesen, durch einfaches Übereinanderbinden oder Zusammenknoten der Enden mit einander verbunden. Empfehlenswert ist diese Verbindungsart nicht. Im allgemeinen ist die Verbindungsweise der Treibschnüre für die Unfallverhütung von untergeordneter Bedeutung, da die Kraftübertragung durch dieselben zu gering ist, um ernste Verletzungen hervorrufen zu können. Entweder springen die Treibschnüre vorher ab, reissen oder gleiten auf den Scheiben.

d. Riemträger.

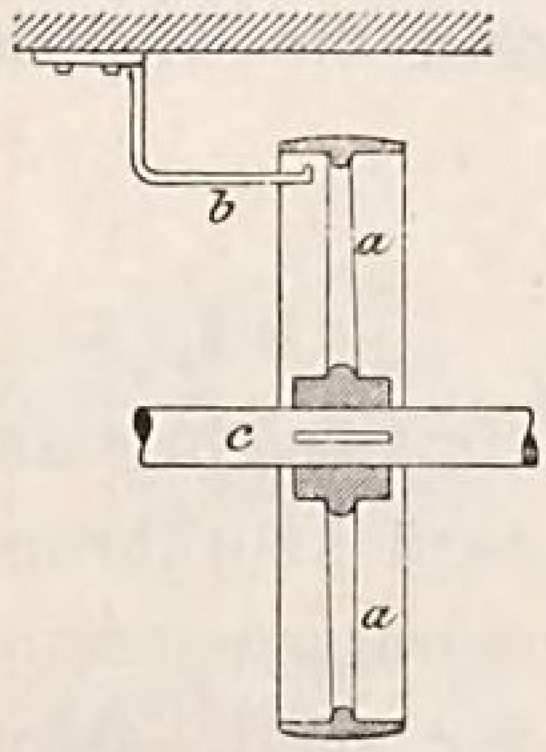
Die häufigen, durch das Kürzen und Nähen von Treibriemen verursachten Unfälle sind fast ausschliesslich darauf zurückzuführen, dass diese Verrichtungen während des Ganges der Wellenleitung vorgenommen werden, ohne dass der zu verbindende Riem von der Welle abgehalten wird. Auf der laufenden Welle schleifende Riemen sind aber nicht nur bei der Ausbesserung, sondern überhaupt gefährlich. Sie schlingen sich leicht um die durch Öl und Staub klebrig gewordene Welle und bringen denjenigen, der es versucht, durch Ziehen am Riem die Schlinge zu lösen, in die Gefahr, mit nach oben gezogen und um die Welle gewickelt zu werden. Um solchen Unfällen vorzubeugen, ist die Anbringung sogenannter Riemträger erforderlich. Es sind dies Vorrichtungen, auf denen der abgeworfene Riem derart ruht, dass er mit der Welle nicht in Berührung kommen kann. — Als Unfallverhütungsvorschrift wird sich in dieser Beziehung folgende Fassung empfehlen:

„Abgeworfene Riemen und Seile müssen entweder von der Welle ganz entfernt oder an festen Riemträgern so aufgehängt werden, dass sie mit den sich drehenden Triebwerksteilen nicht in Berührung kommen können. Die gleiche Vorschrift gilt für das Nähen, Verbinden und Ausbessern von Riemen und Seilen.“

Am einfachsten wird der Riem, z. B. während des Ausbesserns, von der Welle entfernt gehalten mittels einer Latte oder der doppelten Riemgabel. Letztere besteht aus einer kräftigen, entsprechend langen Stange, die oben und unten eine eiserne Gabel trägt. Mit der oberen Gabel wird der Riem gehalten, die untere wird auf dem Fussboden festgestellt. Solche Riemträger anzuwenden, muss widerraten werden; denn abgesehen davon, dass sie nur vorübergehend und für die gleichen Wellenhöhen Verwendung finden können, versperren sie den Arbeitsraum, sind ihrer Länge wegen unsicher und haben den Nachteil aller tragbaren Schutzvorrichtungen, d. h. sie werden nur selten benutzt. Aus diesen Gründen sind in der oben empfohlenen Vorschrift feste Riemträger verlangt.

Empfehlenswert ist der einfache Hakenriemträger, wie ihn Fig. 520 veranschaulicht. Der aus Flacheisen gebildete, am Ende etwas aufgebogene Haken b muss an der Decke oder sonst irgendwo derart befestigt sein, dass sein freies Ende etwa 15 mm unter den Scheibenrand ragt. Der abgeworfene Riem findet auf dem Haken seine Auflage und wird dadurch von der Welle abgehalten.

Fig. 520.



Haken-Riemträger.

Fig. 521.

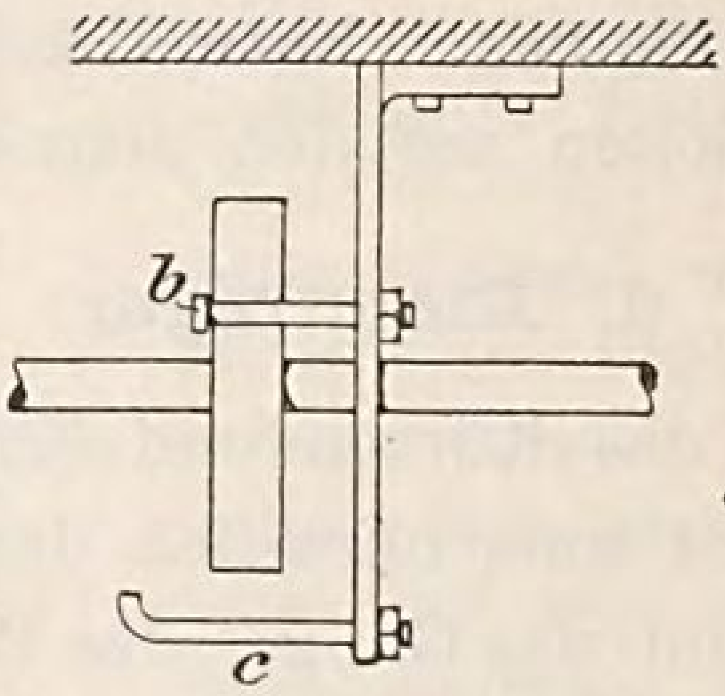
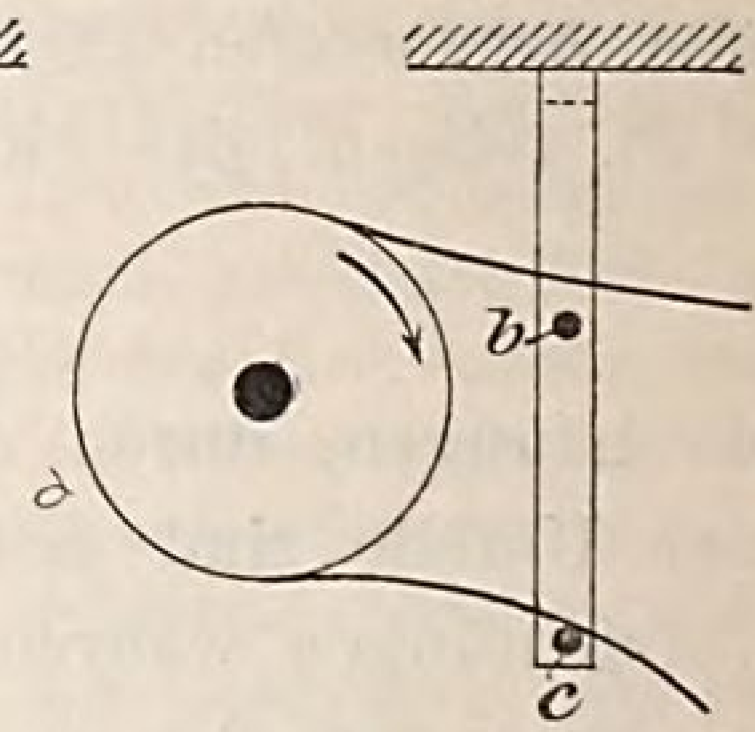


Fig. 522.

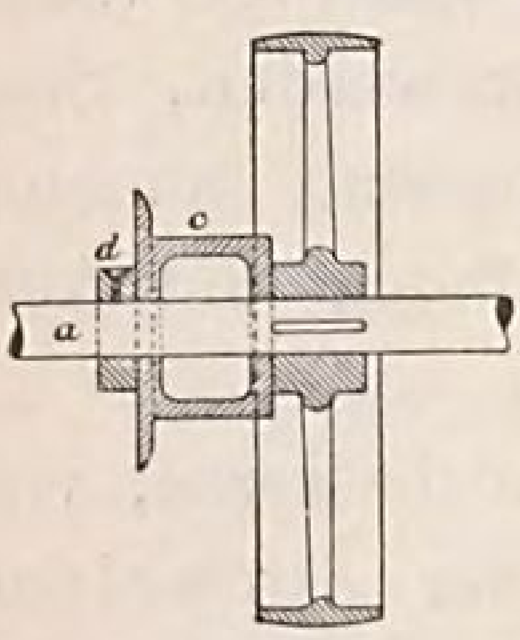


Zweiarmiger Riemträger.

Ähnlich gestaltet ist der in Fig. 521 und 522 gezeichnete zweiarmige Riemträger. Derselbe besteht aus einem, an der Decke befestigten Winkeleisen, das zwei ausserhalb des Scheibenkranzes gelegene wagerechte Arme trägt. Der obere Arm b ist der eigentliche Riemträger, während der untere Arm c nur dazu dient, beim etwaigen Bruch des Riems das Umherschleudern des herabhängenden Endes zu verhüten. Für nicht zu lange Riemen kann diese Anordnung empfohlen werden; im allgemeinen genügt der einfache Hakenriemträger.

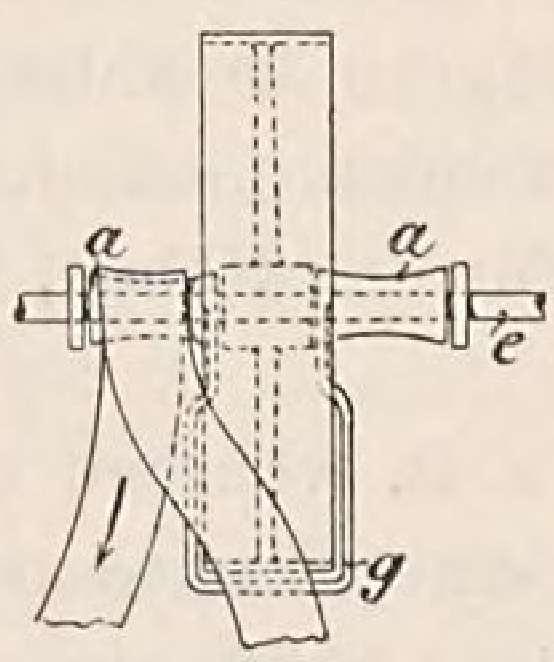
Abweichend von den hakenförmigen Trägern ist der Riemträger von Dietrich (Fig. 523). Derselbe besteht aus einer lose auf der Welle a steckenden Holzrolle c, die etwa 20 mm in den Kranz der Riemscheibe hineinragt, sich innen an die Nabe der Riemscheibe lose anlegt und aussen durch den Stellring d gehalten wird. An dieser Seite ist die Riemträgerscheibe c mit einem hohen Rande versehen, der das Abspringen des abgeworfenen Riems verhindern soll.

Fig. 523.



Riemträger von Dietrich.

Fig. 524.



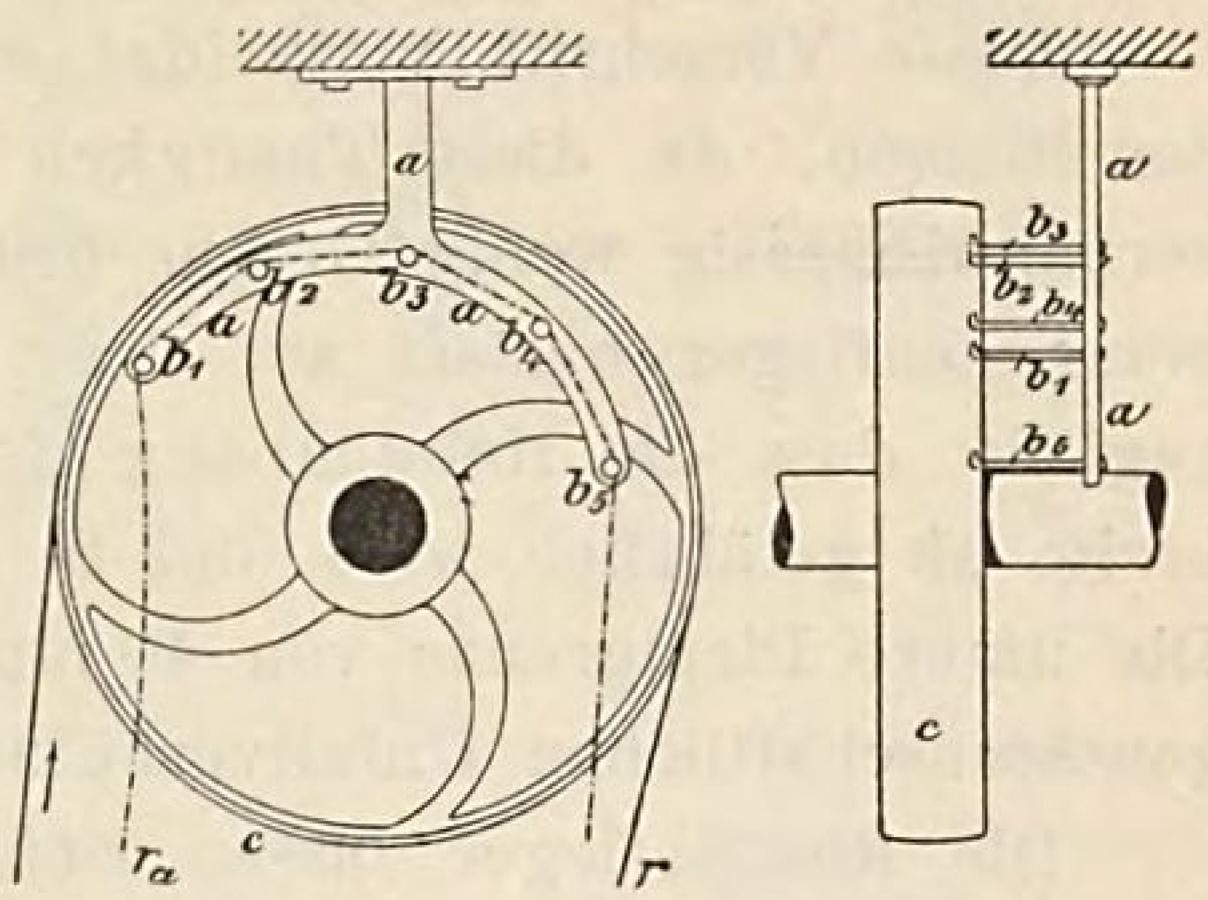
Riemträger von Hammesfahr.

Ähnlich gestaltet sind die in Fig. 524 gezeichneten Schutzhülsen für abgeworfene Riemen von Hammesfahr (D. R.-P. No. 60173). Hier sind zu beiden Seiten der Riemscheibe lose auf der Welle e sitzende Holzrollen angeordnet. Eine mit den beiden Holzrollen fest verbundene Gabel g bildet den ganzen Apparat zu einem Riemaufleger aus, der in Thätigkeit tritt, sobald man die zwischen den Rollen a und der Welle e vorhandene geringe Reibung in irgend einer Weise durch Druck vermehrt. — Empfehlenswert sind diese rollenförmigen Riemträger namentlich für schwere Riemen nicht, da durch die immerhin zwischen Rollen und Welle stattfindende Reibung ein Mitnehmen des abgeworfenen Riems nicht sicher ausgeschlossen wird.

Am vollkommensten ist der rühmlichst bekannte Riemträger von Biedermann (Fig. 525 u. 526). Derselbe besteht aus einem mit dem Scheibenkranze nahezu gleich-

laufenden Bogen aus Flacheisen, der 4 bis 6 (hier 5) Hakenbolzen b_1 bis b_5 trägt, die etwa 20 mm unter den äusseren Rand der Riemscheibe c ragen. Der erste Stift b_1 befindet sich an der Auflaufstelle, der letzte Stift b_5 an der Ablaufstelle des Riems. Der abgeworfene Riem lagert in der punktiert gezeichneten Stellung unbeweglich auf dem Riemkorbe a, der in irgend einer Weise befestigt ist. Soll der Riem wieder aufgelegt werden, so wird derselbe mit einer Hakenstange an der Auflaufstelle b_1 erfasst, ein wenig gehoben und gegen den Rand der Riemscheibe gedrückt. Das Auflaufen des Riems erfolgt in überraschend leichter Weise. — Wenn man festhält, dass der erste Stift an der Auflaufstelle, der letzte an der Ablaufstelle des Riems zu liegen kommt und dass für schräg treibende Riemen von über 45° Auflaufwinkel der Flacheisenbügel exzentrisch, wie in Fig. 525 gezeichnet, sonst aber konzentrisch zum Scheibenrand gestellt werden muss, so wird es für jeden Techniker leicht sein, im Einzelfalle für horizontal oder schräg laufende Riemen die Flacheisenträger zweckentsprechend einzurichten. Verschiedene Abbildungen hierfür enthält die Sammlung von Vorrichtungen und Apparaten zur Verhütung von Unfällen an Maschinen (Mülhausen i. Elsass 1895, Detloff's Verlag).

Fig. 525. Fig. 526.



Biedermann's Riemträger.

Wenn in einer Fabrik eine grössere Anzahl Riemscheiben gleichen Durchmessers vorhanden sind, so ist es vorteilhaft, den Biedermann'schen Riemträger aus Gusseisen anzufertigen; die Stifte, auf denen der Riem zu liegen kommt, erhalten alsdann zweckmässig einen T-förmigen Querschnitt. Auch für Riemscheiben, die häufig gewechselt werden müssen, um die Geschwindigkeit der Maschinen zu vergrössern oder zu verringern, lässt sich der Biedermann'sche Riemträger dadurch verwendbar machen, dass man die Stifte verstellbar anordnet. Der Bogen trägt alsdann eine Anzahl radial verstellbarer Schlitze, in welchen die Stifte mittels Druckschrauben, entsprechend dem jeweiligen Riemscheibendurchmesser, befestigt werden.

e. Auflegen und Abwerfen der Treibriemen.

Die durch die amtliche Statistik nachgewiesene Thatsache, dass das Auflegen der Treibriemen die gefährlichste aller durch die Bedienung der Wellenleitungen bedingten Verrichtungen ist, rechtfertigt ganz besonders strenge Unfallverhütungsvorschriften, die etwa folgende Fassung erhalten könnten:

„Das Auflegen der Treibriemen und Treibseile von Hand darf in der Regel nur während des Stillstandes der Wellenleitung erfolgen. Während des Ganges der Wellen ist das Auflegen der Riemen nur den an-

gestellten Triebwerkswärtern gestattet. Diese dürfen bis 40 mm breite Riemen von Hand auflegen und Stangenriemaufleger nur für unter 100 mm breite Riemen verwenden. Weiblichen, jugendlichen und gebrechlichen Arbeitern ist das Riemauflegen unter allen Umständen verboten."

Diese Vorschrift vermeidet eine Bestimmung über das Abwerfen der Riemen, da diese Thätigkeit manchmal schnell erfolgen muss und verhältnismässig wenig Gefahr bringt. Die Riemgrenze von 100 mm für Stangenaufleger basiert auf dem Urteil eines Preisgerichts,[1]) das u. a. angiebt, dass die Handhabung der Stangenaufleger von 100 mm Riembreite ab gefährlich wird und für einen Arbeiter schwer ausführbar ist. Die untere Riemgrenze von 40 mm entspricht dem Mittelwert der berufsgenossenschaftlichen Unfallverhütungsvorschriften.[2])

Die Riemaufleger lassen sich ihrer Konstruktion nach in folgende Gruppen teilen:

1. Hakenstangen-Riemaufleger,
2. Aufleger mit federndem oder ausziehbarem Arm,
3. Riemaufleger mit drehbarem Hilfsarm,
4. Riemaufleger mit unrunder Hilfsscheibe,
5. Aufleger für schwere Riemen und
6. Riemverleger für Stufenscheiben.

Die beiden ersten Gruppen umfassen alle Stangenaufleger, die für Riemen bis 4,0 m Höhenlage und 100 mm Breite praktisch verwendbar sind, aber eine gewisse Geschicklichkeit des Arbeiters erfordern. Die Aufleger der Gruppen 3 und 4 sind weniger abhängig von der Geschicklichkeit des Arbeiters, gestatten das Auflegen mittelschwerer und hochgelegener Riemen und wirken zum Teil selbstthätig. Für schwere Riemen sind nur die unter Gruppe 5 aufgeführten Aufleger verwendbar.

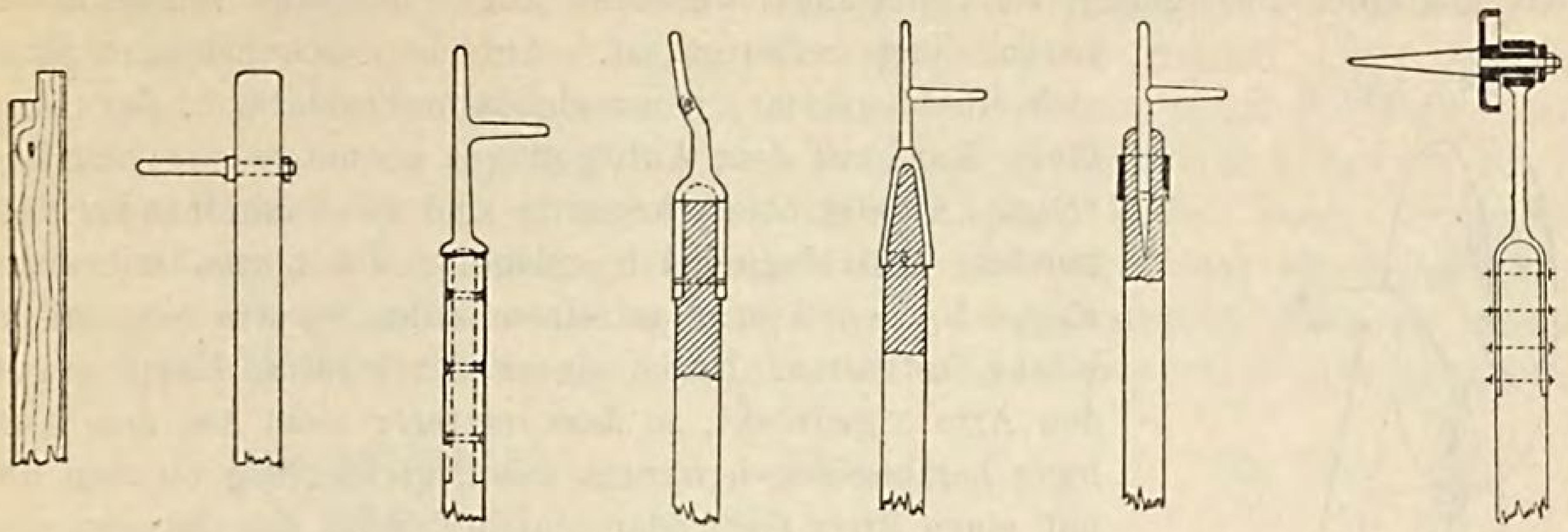
1. Hakenstangen-Riemaufleger. Der älteste Riemaufleger ist eine einfache Latte, die auch heute noch vielfach in Gebrauch ist, häufig mit der kleinen Verbesserung, dass das obere Ende rechtwinkelig ausgeschnitten ist (Fig. 527, S. 615). Mit diesem Ausschnitt wird der aufzulegende Riem gefasst und gegen den Rand der Scheibe gedrückt.

Besser und brauchbarer sind die mit Haken oder Finger versehenen Stangen. Einige Anordnungen dieser Art sind durch Fig. 528 bis 532 (S. 615) veranschaulicht. Entschieden zu verwerfen ist die Stangenbefestigung in Fig. 531, wogegen die in Fig. 532 dargestellte Befestigungsart als praktisch empfohlen werden kann; sie ist solide und der Auflegerkopf hat nur ein geringes Gewicht.

[1]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1890, No. 7.
[2]) Vergl. Platz, Die Unfallverhütungsvorschriften Bd. I, S. 90. Berlin 1889.

Eine wesentliche Verbesserung brachte der Riemaufleger von Dülken (Fig. 533). Er besteht aus einem drehbaren Finger und ersetzt den Hals durch einen drehbaren

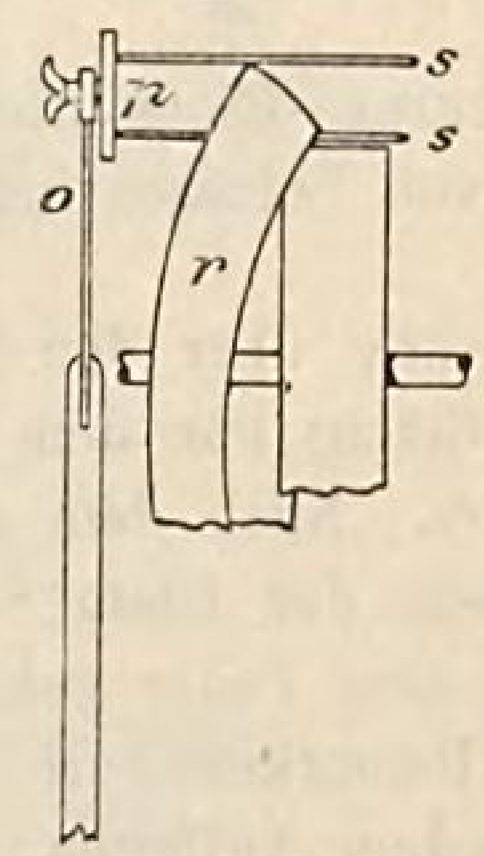
Fig. 527. Fig. 528. Fig. 529. Fig. 530. Fig. 531. Fig. 532. Fig. 533.



Riemlatte. Hakenstangen-Riemaufleger. Dülken's Patent-Riemaufleger.

Teller. Beide sind im Auge des Stangenkopfes gelagert. Diese Anordnung vermindert die Reibung des sonst feststehenden Hakens auf der Riemscheibe und verhindert das Festhaken unganzer Riemkanten an dem feststehenden Hals der Stange. — Von den zur Zeit bekannten Stangen-Riemauflegern kann der Dülken'sche als der in der Praxis am besten eingeführte empfohlen werden, trotzdem er den Nachteil der übrigen Hakenstangen nicht ganz vermeidet, dass der Finger vom Riem mitgenommen und durch den Stoss der Stange der Arbeiter verletzt werden kann.

Fig. 534.



Riemaufleger von Ziegenhals & Masberg.

Um das Umschlagen geschmeidiger Riemen beim Auflegen zu vermeiden, versehen Ziegenhals & Masberg ihren Riemaufleger (D. R.-P. 59476) mit zwei parallel gestellten Auflegefingern ss und befestigen diese in ähnlicher Weise wie Dülken an einem drehbaren Teller p. Diese einfache und unter Umständen empfehlenswerte Einrichtung ist aus Fig. 534 ersichtlich.

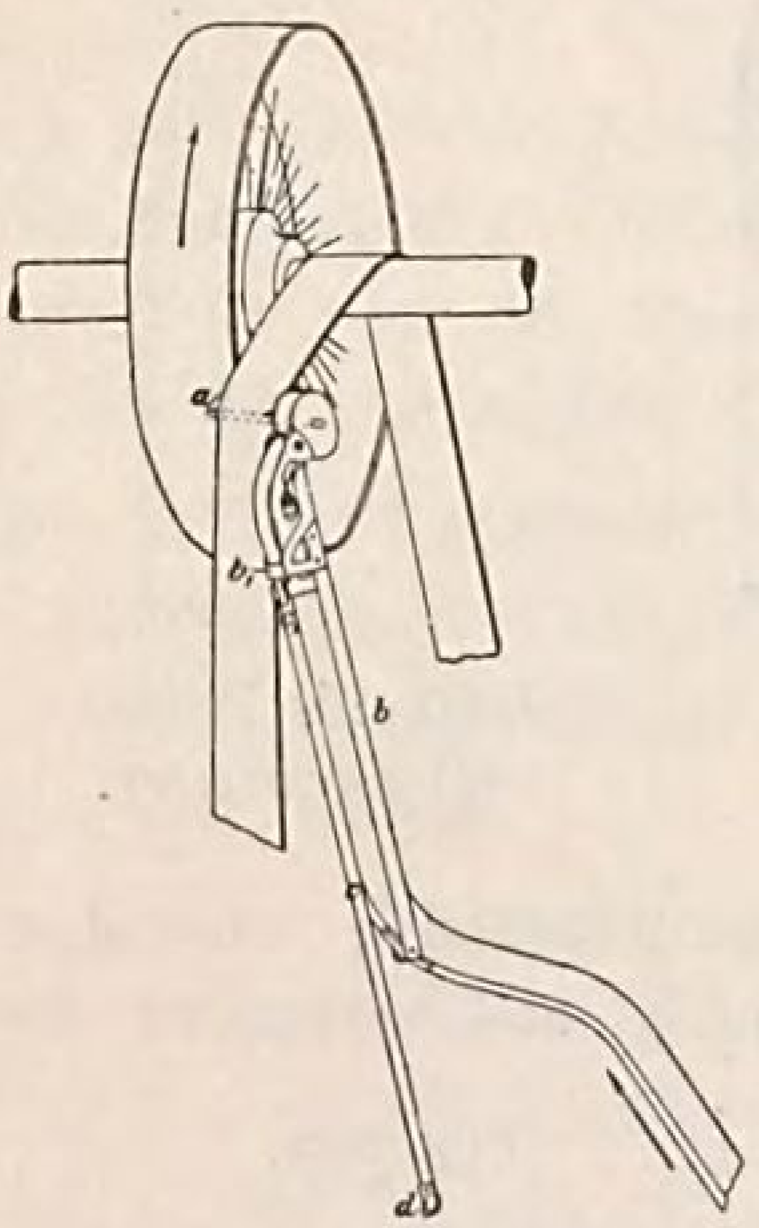
2. Riemaufleger mit federndem oder ausziehbarem Arm. Vorerwähnte Übelstände suchen die nachstehend genannten Auflegerarten dadurch zu beseitigen, dass sie den Finger an ein biegsames oder leicht ausziehbares Band befestigen, das dem Haken oder Finger gestattet, dem Wege des Riems bis zu seiner Ablaufstelle zu folgen, ohne dass die Auflegerstange diesen Weg mitzumachen braucht.

Die älteste Erfindung mit federndem Arm ist der Hoffmann'sche Riemaufleger, der indessen seiner komplizierten Konstruktion wegen wenig Verbreitung gefunden hat. Ihm nachgebildet, aber wesentlich vereinfacht ist der Viktoria-Riemaufleger von Köhsel. Er vermeidet die vielen Klinken und Knaggen dadurch, dass der aus Eisenrohr gebildete Auflegerkopf am Fusse drehbar gestaltet ist. Empfehlens-

wert sind beide Bauarten indessen nicht. — Besser durchgebildet sind die Riemaufleger mit ausziebarem Arm.

Der Heureka-Riemaufleger von Leichsenring (D. R.-P. 43372), Fig. 535, besteht aus einer oben gebogenen Holzstange, an deren Ende ein Schuh von schmiedbarem Guss befestigt ist. Auf dem Schuhrücken führt sich ein biegsamer, herausziehbarer Stahlarm c, der oben einen Kopf mit dem Auflegefinger a, unten einen Griff d trägt. An der Stielkrümmung sind zwei miteinander verbundene Anschlaghebel b gelagert, die hinten mit einer Kappe b_1 den Arm c an einem Zahne c_1 wie eine Sperrklinke festhalten. Durch eine Feder wird die Kappe gegen den Arm c gedrückt, so dass letzterer nicht aus dem Aufleger herausgezogen werden kann, gleichgiltig ob man damit einen Riem zieht oder schiebt. Wird das Gesperre gelöst, so kann der biegsame Arm frei heraustreten. — Beim Auflegen senkrecht laufender Riemen fasst der Arbeiter den Riem mit dem Finger a, führt ihn auf den Scheibenkranz, kantet das Instrument ein wenig nach oben und schiebt es mit einem besonders zu übenden Ruck in der Drehungsrichtung der Scheibe am Umfang entlang, mit dem Kopf Seitendruck gegen den Riem gebend. Sobald Spannung im Riem eintritt, wird der Aufleger mitgenommen, bis er mit dem Anschlaghebel b gegen die Welle schlägt. Die Kappe b_1 gleitet durch die hervorgebrachte Bewegung über den Sperrzahn c_1 hinweg, der elastische Arm c wird frei und sofort selbstthätig aus dem Aufleger herausgezogen, bis der Riem die Scheibe nicht mehr berührt. Nach dem Auflegen wird der Aufleger über die Welle zurückgezogen. Je nachdem der Riem rechts oder links von der Scheibe abgefallen ist, wird auch der durch eine Feder gehaltene Auflegefinger nach rechts oder links verschoben.

Fig. 535.



Heureka-Riemaufleger von Leichsenring.

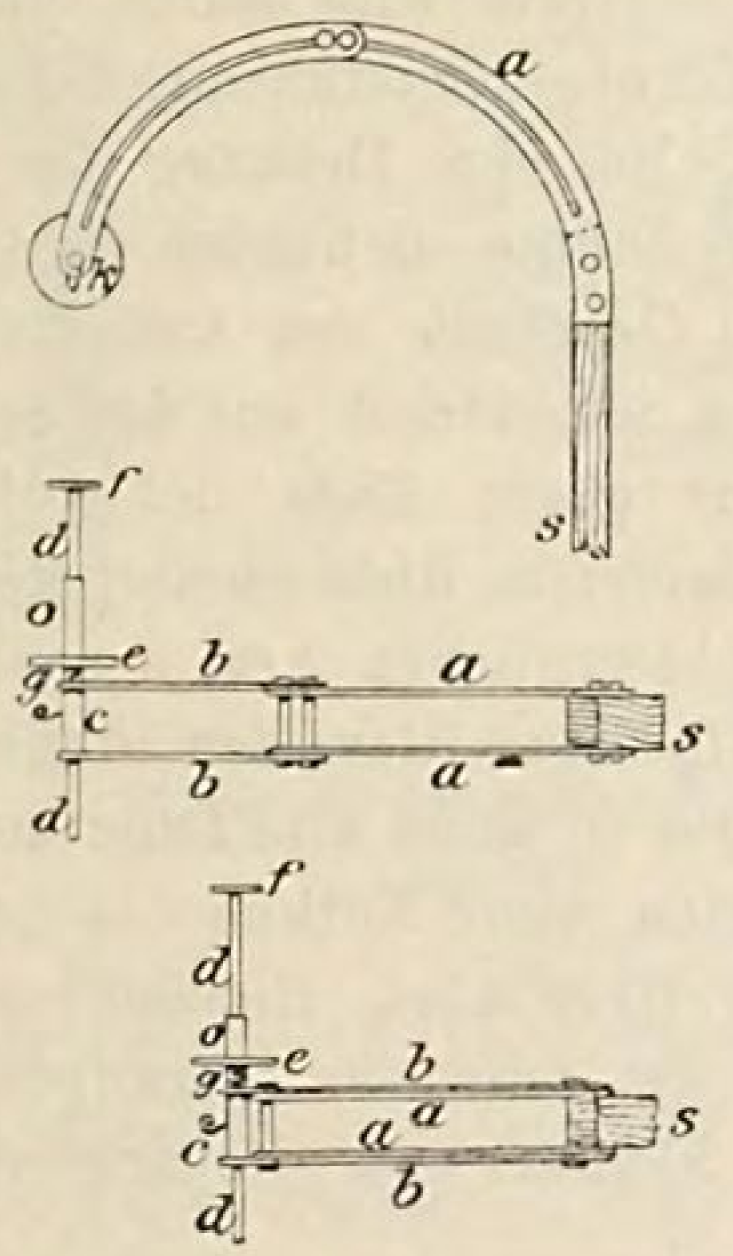
Bemerkenswert ist die Sicherheitsvorrichtung am Heureka-Riemaufleger. Bei jedem Auflegen mit Finger oder Haken kann der Fall eintreten, dass der Auflegefinger eine unebene Stelle des Riems, ein Loch, oder in gelockerte Binderiemen trifft. Das Instrument würde dann vom Riem gewaltsam mitgerissen werden, wobei ernste Verletzungen durch die Auflegerstange vorkommen können. Um dies zu vermeiden, ist der elastische Arm c mit seinem Griff d absichtlich durch ein schwaches Kupfernietchen verbunden, das leicht abgeschert werden kann. Der Arm würde alsdann durch den aufzulegenden Riem vollständig herausgezogen werden und jenseits der Riemscheibe niederfallen, während der Arbeiter den Stiel ruhig in der Hand behält. Unfälle, bewirkt durch den mit Kraft niedergeschleuderten Arm, sind indess hierbei auch nicht ganz ausgeschlossen.

Mit dem Heureka-Riemaufleger lassen sich sowohl senkrecht oder wagerecht laufende, als offene und gekreuzte Riemen auflegen; er setzt aber eine gewisse Geschicklichkeit oder Übung des Arbeiters voraus, zudem ist seine Konstruktion ziemlich kompliziert. Das Gleiche lässt sich von dem Pretzel'schen Riemaufleger „Triumph" sagen, der dem Ingenier Nessler in Chemnitz unter No. 40567 im Jahre 1886 patentiert wurde. Der biegsame Arm des „Heureka" wird hier durch

starre Schienen ersetzt, die sich in kreisbogenförmigen Führungen gegeneinander verschieben können.

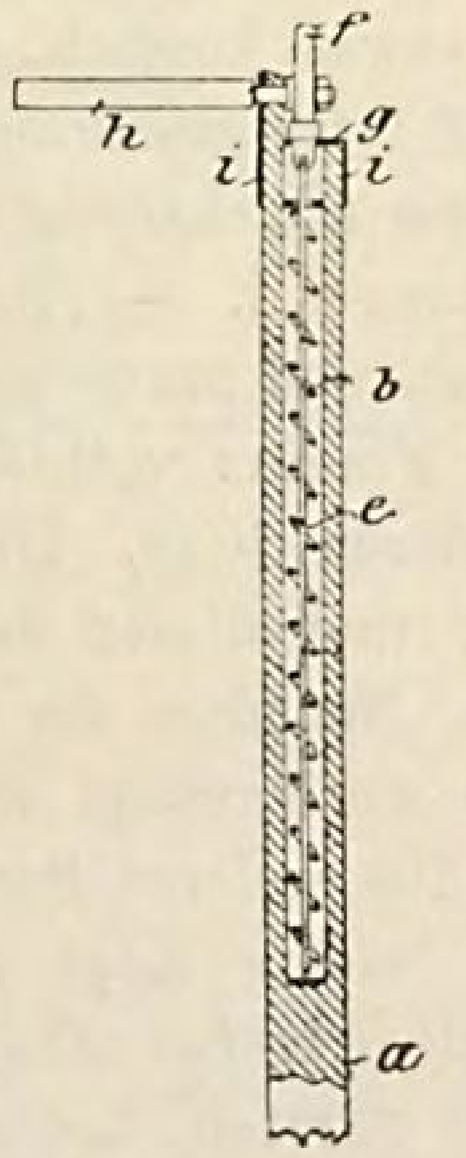
Wie aus Fig. 536 bis 538 ersichtlich ist, trägt die Holzstange s am oberen Ende zwei parallellaufende, mit Schlitzführungen versehene bogenförmige Stahlschienen a, über welche die ebenfalls geschlitzten Führungsschienen b greifen. Diese können bis zum Anschlag ihrer Befestigungsbolzen in den Schlitzen der festen Schienen a herausgezogen werden. Der an den Schienen b befestigte Auflegerkopf k besteht aus einer Hülse o, die sich um den eingesteckten Auflegefinger d drehen kann, der durch die Stellschraube c an der Drehung verhindert wird. Sowohl Finger als Hülse sind mit Führungsscheiben f und e versehen, zwischen die der aufzulegende Riem zu lagern ist. Je nach der Breite desselben wird der Finger d mehr oder weniger herausgezogen und

Fig. 536 bis 538.



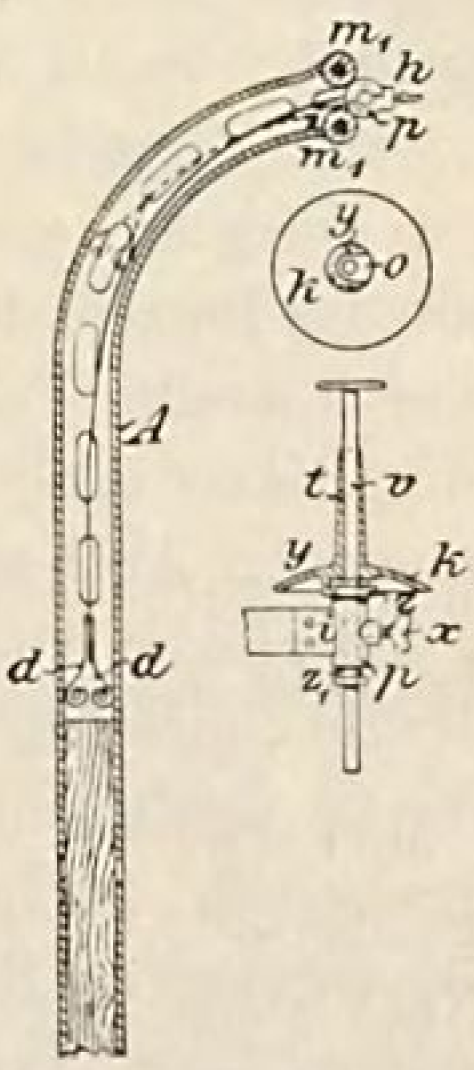
Riemauflleger „Triumph“ von Pretzel.

Fig. 539.



Riemaufleger von Horn.

Fig. 540.



Riemaufleger von Witt.

festgestellt. Hinter die mit o festverbundene, drehbare Führungsscheibe e ist eine kleine Spiralfeder g gelagert, um etwaige Stösse durch unregelmässig gebidete Riemkanten aufzuheben. — Bei Gebrauch des Riemauflegers stellt man zunächst die Scheiben e und f etwa 2 bis 3 cm weiter auseinander, als dies die Riembreite bedingt, und fasst das aufzulegende Riemtrum derartig, dass die äussere Riemkante gegen die drehbare Scheibe e zu liegen kommt, schiebt dann den Riemaufleger mit Riem in etwas schiefer Lage soweit der Riemscheibe zu, bis die feste Scheibe f hinter der Riemscheibenkante zu liegen kommt, und bewegt dann den Riemaufleger, der Drehungsrichtung der Riemscheibe folgend, aufwärts. Sobald der Dorn d mit der Hülse b zwischen Riem und Scheibenkranz geklemmt und mitgenommen wird, ziehen sich die Gleitschienen aus, und der Riem kommt zum Aufliegen.

Ist man durch Umstände gezwungen, die Stellung beim Auflegen so wählen zu müssen, dass der Aufleger der Drehungsrichtung entgegen gehandhabt werden muss, so führt man den Riem zunächst frei in die Höhe und dann nach der anderen Seite der Riemscheibe etwas nach abwärts, wobei sich die Gleitschienen von selbst ausschieben; bringt man nun an der Stelle, wo der Riem im aufgelegten Zustande tangieren würde, die kleine Scheibe f hinter die Riemscheibenkante und zieht den Auf-

leger mit kurzem Ruck in der Bewegungsrichtung der Riemscheibe nach aufwärts und gegen sich (man „holt“ den Riem), so wird das Auflegen erfolgen. In ähnlicher Weise muss mit dem Heureka-Riemaufleger verfahren werden.

In einem neueren Zusatzpatent ersetzt Pretzel die mit Schlitzführungen versehenen bogenförmigen Stahlschienen durch kreisbogenförmig gekrümmte Stahlrohre, die sich teleskopartig zusammenschieben und aus einander ziehen lassen. Im übrigen sind Bauart und Gebrauchsweise dieses „verbesserten Triumph-Riemauflegers“ gegenüber der vorbeschriebenen Konstruktion unverändert geblieben.

Einfacher, wenn auch nicht besser als „Heureka“ und „Triumph“ ist der Riemaufleger von Horn (D. R.-P. 47054). Die aus Holz bestehende Auflegerstange a (Fig. 539, S. 617) ist in ihrem oberen Teil hohl und nimmt daselbst eine Spiralfeder b auf, deren Enden gegen eiserne Plättchen stossen. Am untern Ende der Feder ist der herausziehbare Arm e, ein aus bestem Stoff hergestellter, starker Lederstreifen befestigt, der oben mit dem eisernen Kopf f verbunden ist; letzterer wird durch die Kraft der Spiralfeder niedergehalten. Der etwas konisch geformte Riemführungsbolzen (Haken oder Auflegefinger) h ist im Kopf f festgeschraubt. Um eine Drehung des Fingers zu verhindern, sitzt derselbe in einem gleichzeitig als Stütze dienenden Schlitz des um die Stange a gelegten eisernen Ringes i. — Beim Gebrauch des Auflegers wird der Riem mittels des Bolzens h gehoben und unter etwas Seitendruck auf den Scheibenrand geführt. Die konische Form des Fingers verhindert gegen Ende des Auflegens das Abgleiten des Riems nach der anderen Seite. Die laufende Riemscheibe zieht den mit Leder überzogenen Auflegefinger, und dieser den beweglichen Arm e nach sich und dadurch die Spiralfeder zusammen. Nachdem der aufgelegte Riem den Finger verlassen hat, schnellt die Spiralfeder b den Auflegekopf wieder in seine alte Lage zurück. Der Riemaufleger ist somit, entgegen den anderen Bauarten, ohne Zuthun des Arbeiters für den Wiedergebrauch fertig. Der leichte Kopf des Horn'schen Riemauflegers macht diesen für hochgelegene Riemscheiben verwendbar, die schwache Spiralfeder und der nicht besonders feste Lederriem dürften indess häufiger zu Reparaturen Veranlassung geben.

Bei dem Riemaufleger von Witt (D. R.-P. 54569), Fig. 540, S. 617, kommt statt des Lederriems ein Stahlband und statt der geraden eine gebogene Auflegerstange zur Anwendung. In dem oberen Teile A der Auflegerstange steckt eine mit den beiden Schleppfedern dd versehene biegsame Stahlschiene, deren Kopf h mit keilförmigem, nach innen gelegenem Teil i zwischen zwei Rollen mm_1 festgeklemmt ist, damit man den Riem sicher fassen und auf die Riemscheibe heben kann. Im zylindrischen Teil p des Kopfes kann der Auflegefinger v rechts oder links eingesteckt werden, je nachdem man vorher die mit der Hülse t versehene Scheibe k mit dem bei o offenen Ansatz y (siehe die Zwischenfigur) in eine der Lagernuten ff_1 an p gebracht hat.

In ähnlicher Weise wie der soeben beschriebene ist der Riemaufleger von Ruppert (D. R.-P. 56204) gestaltet, bei dem statt des Stahlbandes ein Gussstahldrahtseil zur Anwendung kommt.

Zu den Riemauflegern mit ausziehbarem Arm gehört auch der Gelenkriemaufleger von Köhsel, den Fig. 541 und 542 (S. 619) im zusammengelegten und im auseinandergezogenen Zustande zeigen. Der auf der Stange befestigte Auflegerkopf besteht im wesentlichen aus dem Gehäuse aa und dem hieran mittels des Auges c drehbar befestigten Gelenkstück bb. Dieses trägt am anderen Ende einen durch Schraube f nach beiden Seiten verstellbaren Stift d, auf dem die Hülse h mit Scheibe e drehbar sitzt. Das Gelenkstück ist so bemessen, dass es sich für verschiedene Riemscheibengrössen, also auch für Stufenscheiben, eignet. — Beim Riemauflegen ist nur

darauf zu achten, dass der Drehpunkt c stets nach der Welle zu gelegen ist und dass die Stange beim Anheben des Riems möglichst senkrecht gehalten wird, damit die Schwere des Riems das Gelenkstück nicht vorzeitig löse. Ist der Riem bis zur Scheibe gehoben, so drängt man ihn mittels des Tellers e gegen dieselbe. Sobald nun der Stift d den Scheibenrand berührt und von diesem mitgenommen wird, löst sich das Gelenkstück bb und geht mit dem aufzulegenden Riem herum, bis es wieder frei wird. Der Aufleger braucht nunmehr nur noch über die Welle gehoben und das Gelenkstück für den weiteren Gebrauch wieder zusammengeklappt zu werden.

Fig. 541.

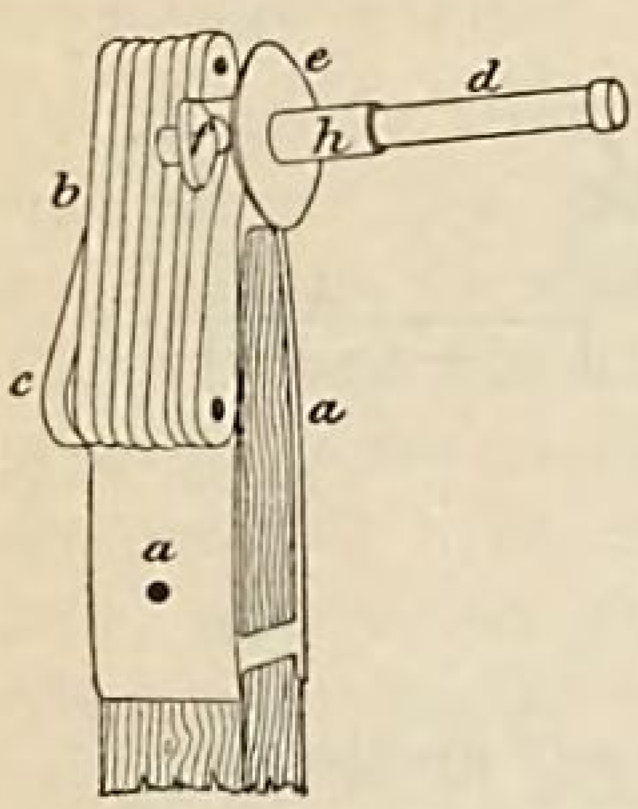
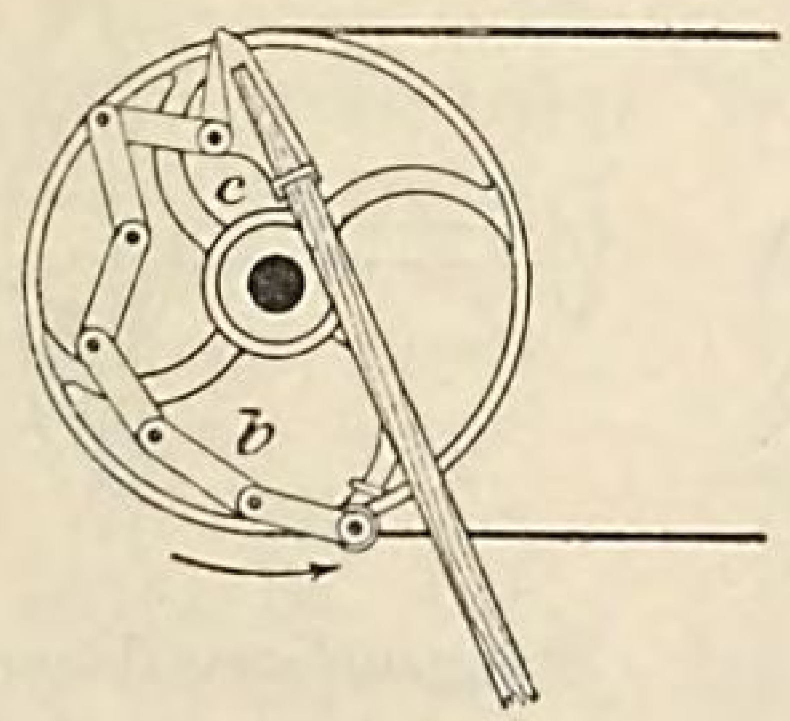
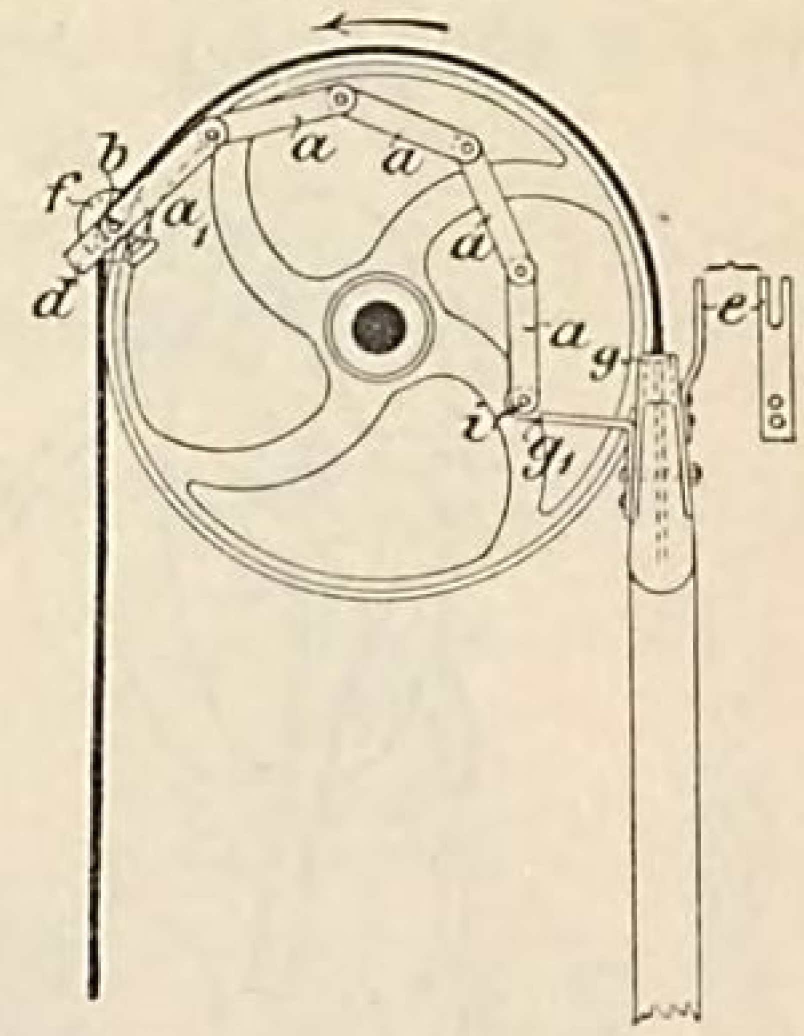


Fig. 542.



Gelenkriemaufleger von Köhsel.

Fig. 543.



Gelenkriemaufleger von Schma & Hoppe.

Ähnlich ist der Riemaufleger von Schma & Hoppe (D. R.-P. 54555), der in Fig. 543 skizziert ist, gestaltet. Die unter sich und mit der Stange bei i gelenkförmig verbundenen Glieder aa...a_1 des ausziehbaren Arms ruhen im zusammengelegten Zustande auf dem an der Auflegerstange befestigten Hebelarm g_1. Das Endglied a_1 greift alsdann mit seinem äusseren Ende d in die Gabel e und wird hier festgehalten, so dass der aufzulegende Riem nunmehr von dem am Endgliede a_1 befestigten Auflegefinger ergriffen und mittels der drehbaren Scheibe f seitlich gegen die Riemscheibe gedrückt werden kann. Wenn die Scheibe den Riem ergriffen hat, so werden je nach der Grösse des Scheibendurchmessers mehrere oder alle Gelenkstücke a selbstthätig auseinander gezogen. Diese beiden Riemauflegerarten sind in ihrer Bauart etwas einfacher als Heureka und Triumph, für verschiedene Riemscheibengrössen sind an der Wand gelegene Riemzüge verwendbar.

Zu den Hakenstangen-Riemauflegern, wenn auch bereits mit drehbarem Hilfsarm (vergl. S. 621), gehört auch der Riemaufleger von Hammesfahr (D. R.-P. 52760). Er besteht, wie aus Fig. 544 und 545 (S. 620) ersichtlich ist, aus der Auflegerstange a, an deren Ende oben der um d drehbare Stahlhebel bc befestigt ist. Am unteren Teil des drehbaren Auflegerarms c, etwa im Längenverhältnis von 1 : 5, ist eine Klemmkappe k genietet, die mittels einer Stellschraube in ihrer Weite verstellt werden kann. Am oberen Ende von c ist verschiebbar mittels Druckschraube g das Führungsstück f befestigt, vermittels dessen man den Auflegefinger h auf jede Breite und jeden Durchmesser der Riemscheibe einstellen kann (Fig. 545).

Die Gebrauchsweise des Hammesfahr'schen Riemauflegers ist folgende: Man stellt die Klemmkappe k auf den Durchmesser der Wellenachse, alsdann das Führungs-

stück f etwa 10 bis 15 mm über den Halbmesser der Riemscheibe und den Auflegefinger derart ein, dass zwischen der Druckscheibe t und der anderen Führungsscheibe i ein Zwischenraum gleich der Riemscheibenkranzbreite verbleibt. Nun hängt man den Riemaufleger mittels der Klemmkappe k auf die Triebwelle, wodurch der um d drehbare Hilfsarm c zu einem doppelarmigen Hebel wird, an dessen Ende d jetzt die Kraft des Arbeiters angreift. Wird nun der aufzulegende Riem vom Finger h erfasst und dieser samt Riem soweit im Sinne der Wellendrehrichtung emporgezogen, dass er den Riemscheibenkranz berührt, wie dies Fig. 545 zeigt, so folgt der Hebelarm c der Wellendrehung und bewirkt somit selbstthätig das Auflegen des Riems.

Fig. 544.

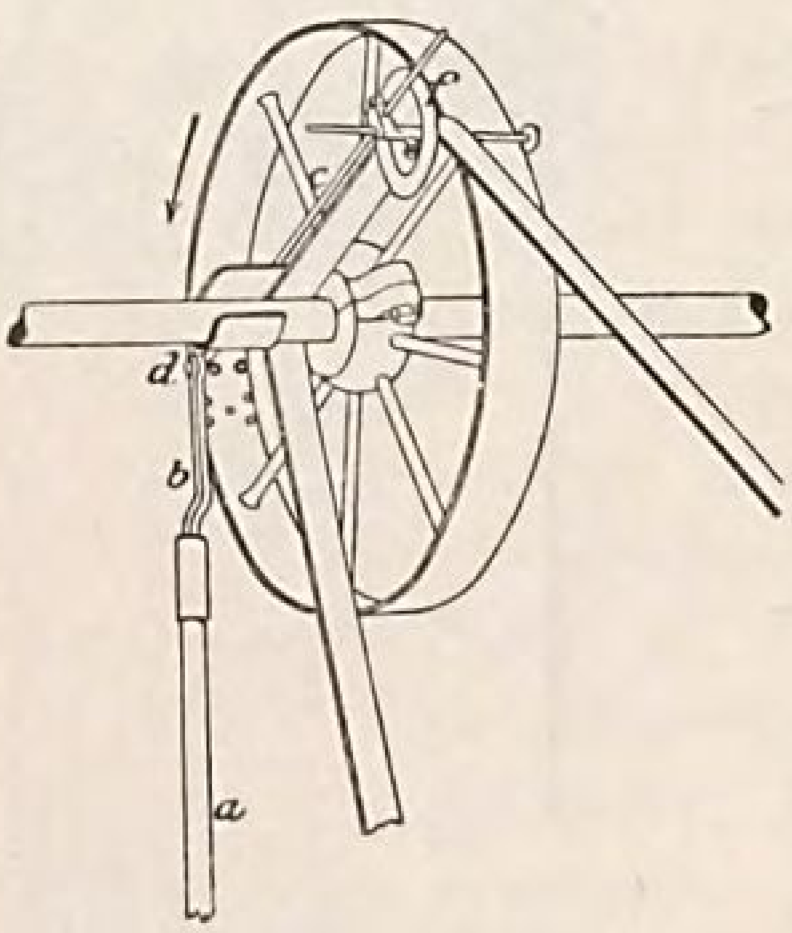
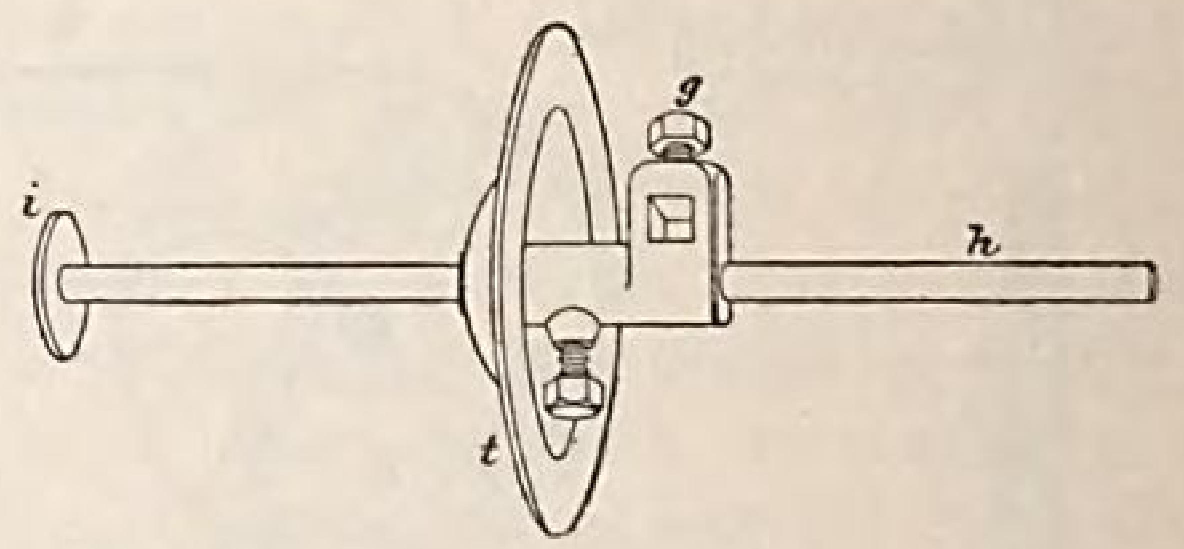


Fig. 545.



Stangenriemaufleger mit drehbarem Arm von Hammesfahr.

Der Hammesfahr'sche Aufleger hat gegenüber den zuvor beschriebenen Stangenauflegern den Vorteil, dass die Arbeit des Riemauflegens, nachdem er in die Welle eingehakt ist, unabhängig von der Länge der Auflegerstange ist und der Arbeiter seinen Standpunkt nur wenig zu ändern braucht. Da die Handhabung dieses Riemauflegers verhältnismässig einfach und gefahrlos ist, so kann er vor allen übrigen Stangenauflegern empfohlen werden.

Streng genommen ist von den unter 1 und 2 beschriebenen Hakenstangen-Riemauflegern kein einziger, der allen Ansprüchen in Bezug auf Unfallschutz genügt; alle setzen bei ihrer Benutzung eine gewisse Geschicklichkeit oder Übung voraus und bieten ausserdem neuen Anlass zu Verletzungen, deren Häufigkeit mit der Länge der Stange und der Schwere des Auflegerkopfes zunimmt. Immerhin vermindern die Stangenaufleger die Zahl, insbesondere aber die Schwere der Unfälle; ihr Gebrauch ist daher für Riemen bis 100 mm Breite und für nicht über 4 m hoch gelegene Riemscheiben empfehlenswert. Als praktisch und einfach verdienen unter den Stangenauflegern die mit Ausschnitt versehene Latte, sowie der Hammesfahr'sche und der Dülken'sche Riemaufleger hervorgehoben zu werden.

Für hochgelegene Wellenleitungen sowie für breitere Riemen empfehlen sich Riemaufleger, die auf der Welle neben der Scheibe befestigt sind. Hierher gehören:

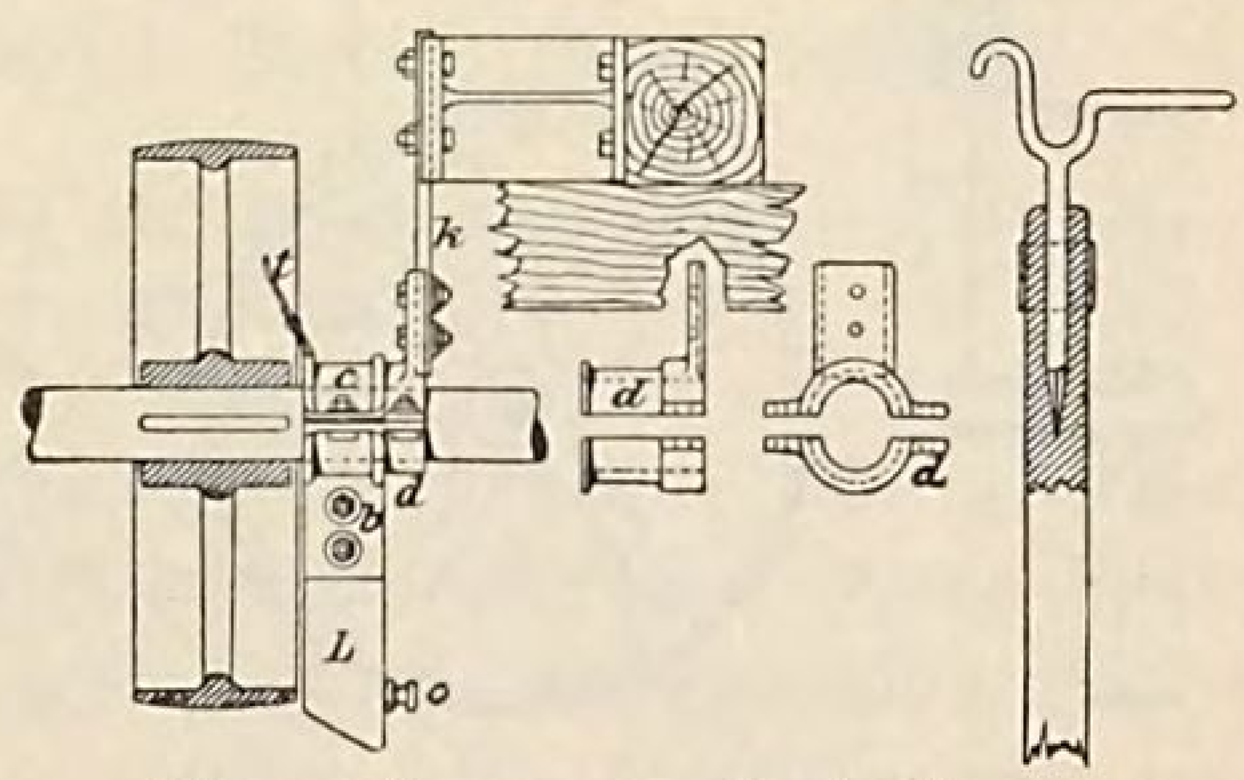
die Riemaufleger mit drehbarem Hilfsarm und
die Riemaufleger mit unrunder Hilfsscheibe, ferner
die Ausrückvorrichtungen für runde Hilfsscheiben,

die unter Abschnitt f besonders behandelt werden sollen.

3. Riemaufleger mit drehbarem Hilfsarm. Diese Bauarten sind im allgemeinen billiger als die Riemausrückvorrichtungen und können in Einzelfällen an hochgelegenen Riemscheiben und bei solchen mittelschweren Treibriemen mit Vorteil verwendet werden, deren Auflaufstelle mit einer Hakenstange schwer oder garnicht zugänglich ist.

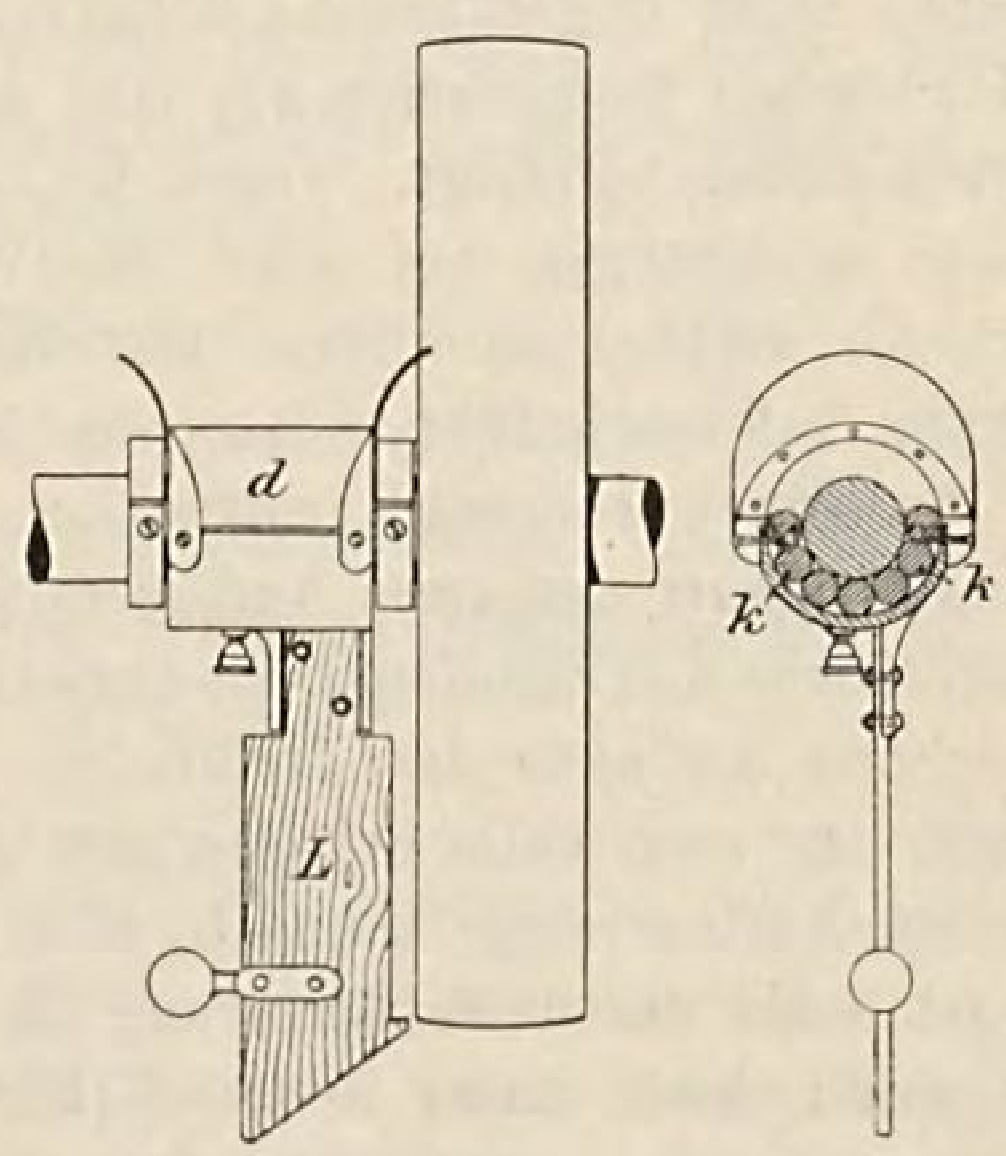
In Elsass-Lothringen findet man öfters den in Fig. 546 bis 549 gezeichneten Riemaufleger von Baudouin angewendet. Der Hilfsarm L besteht aus einer breiten Holzlatte, die oben etwa 45° gegen den Riemscheibenkranz abgeschrägt ist und diesen um einige Zentimeter überragt; unten ist der Arm bei b an die Hülse c festgeschraubt, welche auf der die Welle lose umschliessenden Buchse d drehbar ist. Die zweiteilige Hülse c, welche sich mit der Welle nicht drehen kann, wird so fest angezogen, dass der verstellte Arm in jeder Lage stehen bleibt. — Das Auflegen des Riems geschieht nun einfach dadurch, dass man den Arm L mit der Hakenstange (Fig. 549) am Knopfe o erfasst und in der Umdrehungsrichtung der Riemscheibe gegen den schlaff herunterhängenden Riem führt, dieser wird dadurch gespannt und gleitet an der schiefen Ebene des Hilfsarms der Riemscheibe zu. Damit der schlaffe Riem nicht in die Speichen der Scheibe geraten kann, ist das Schutzblech t angeordnet. Der ganze Apparat wird am Deckenbalken oder sonst irgendwo mittels eines verschiebbaren Halters k festgeschraubt. — Der Kopf der Hakenstange (Fig. 549) ist derartig ausgebildet, dass sie gleichzeitig als Hakenstangen-Riemaufleger Verwendung finden kann (vergl. S. 615).

Fig. 546 bis 548. Fig. 549.



Riemaufleger von Baudouin.

Fig. 550 und 551.



Riemaufleger von Brancher.

Der in Frankreich vielfach zur Anwendung kommende Riemaufleger von Brancher[1]) ist dem von Baudouin in der

[1]) Veröffentlicht in der von der „Association des industriels de France contre les accidents du travail“ herausgegebenen Broschüre: Instructions sur les précautions à prendre contenant les transmissions et les maniements des courroies, Paris 1890.

Hauptsache nachgebildet. Er unterscheidet sich von letzterem im wesentlichen nur dadurch, dass Brancher in anderer Weise den an der Buchse d befestigten Hilfsarm L von der Wellendrehung unabhängig macht, indem er statt der immerhin komplizierten Aufhängung der Buchse, die in manchen Fällen praktisch überhaupt nicht ausführbar sein wird, zwischen Welle und Buchse kleine Zylinder aus Pockholz einschaltet, wie dies Fig. 550 und 551 (S. 621) veranschaulicht. Diese hochpolierten Rollzylinder kk nehmen nur die untere Hälfte der Buchse ein, laufen willig in ihrem Zwischenraume und verhindern, dass der Arm sich selbstthätig über seine Ruhestellung in der Vertikalen erheben kann. Das Aufheben des Hilfsarms sowie das Auflegen des Treibriems geschieht in gleicher Weise wie beim Baudouin'schen Aufleger mittels der in Fig. 549 gezeichneten Hakenstange.

Der Riemaufleger von Bach verbessert den Baudouin'schen Aufleger dadurch, dass, wie Fig. 553 zeigt, statt eines Armes deren zwei angewendet werden; hierdurch erhält der aufzulegende Riem eine längere Unterstützung und wird stärker gespannt. Ausserdem befestigt Bach an das der Riemkante zunächst liegende Ende der Auflegefläche h einen starken, aber noch biegsamen Lederstreifen (Fig. 552), der zum Teil die Riemscheibenkante überragt. Wird mittels einer Hakenstange (Fig. 549) der Arm a in die in Fig. 553 gezeichnete Lage gebracht, so gleitet der Treibriemen zum Teil auf die Riemscheibe, drückt hierbei auf den Lederstreifen und verbindet so den Auflegerarm fest mit der Riemscheibe. Von diesem Augenblick an wirkt der Bach'sche Riemaufleger selbstthätig, wodurch seine Brauchbarkeit wesentlich erhöht und die immerhin nicht ungefährliche Benutzungszeit der langen Hakenstange verringert wird. Die Bach'schen Doppelarme aa_1 sind aus Gussstahl gebildet und an den Flanschen der geteilten Hülse befestigt. Diese ist, wie bei Baudouin (Fig. 547), von der Wellendrehung unabhängig auf einer die Welle lose umschliessenden, etwa 5 mm starken Stahlmuffe drehbar gelagert. Der Bach'sche Riemaufleger ist gut durchkonstruiert und kann bei beschränkten Raumverhältnissen empfohlen werden.

Fig. 552

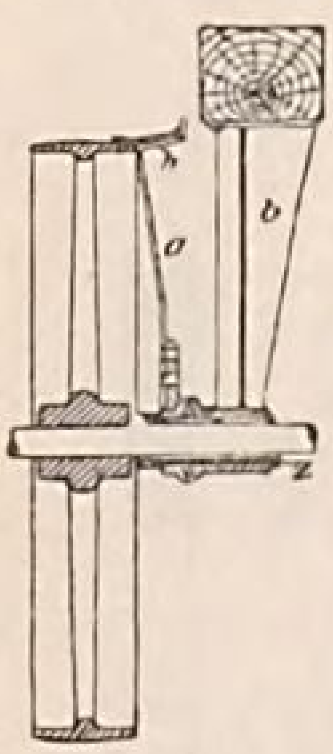
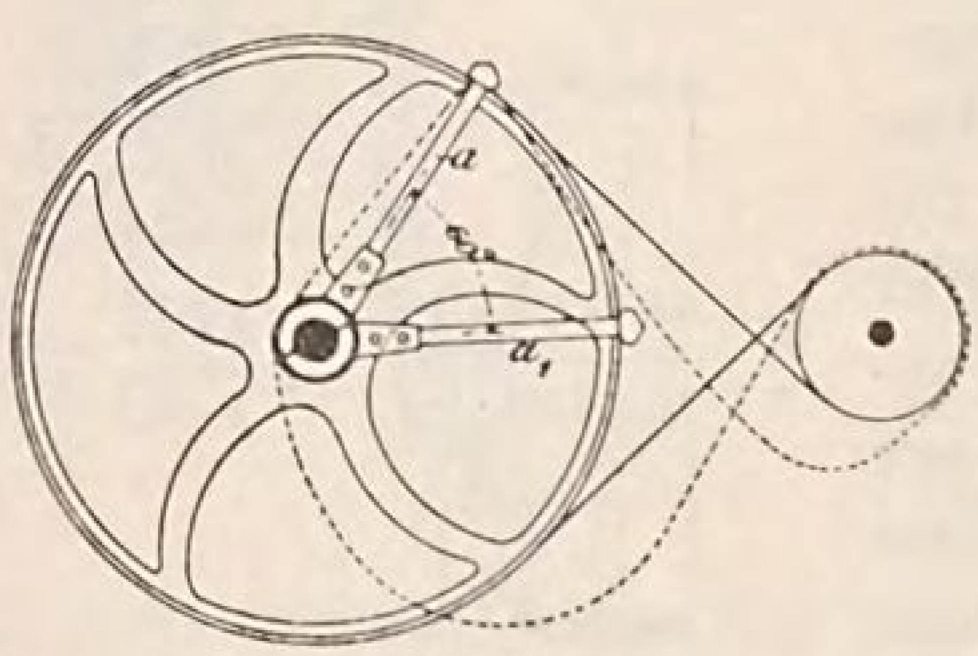


Fig. 553.



Riemaufleger von Bach.

Bei seiner neuesten Konstruktion, dem selbstthätigen Riemaufleger, wendet Baudouin statt der zwei Auflegerarme einen geschlossenen Ring an, vermehrt also Auflegerfläche und Spannung des abgeworfenen Riems und erreicht dadurch ein schnelleres und sicheres Auflegen des Treibriems. In Fig. 555 (S. 623) ist die Anordnung zweier Aufleger für zwei nahe bei einander gelegene Riemscheiben gezeichnet.[1]) Die breiten hölzernen Auflegerarme L und L_1 sind in gleicher Weise wie in Fig. 546 gestaltet und gelagert. Als deren Verlängerung ist der zweite, aus Schmiedeeisen gebildete Arm J angebracht; beide Arme L und i (Fig. 554, S. 623) sind durch den schmalen Eisenring r verbunden, auf den die drei Riemhalter $h_1 h_2 h_3$ genietet sind, als Hauptträger für den abgeworfenen Riem. An das Ende des Holzarms L ist ein kleiner Winkel w

[1]) Die Figuren sind der Sammlung von Einrichtungen und Apparaten zur Verhütung von Unfällen, herausgegeben von der Gesellschaft zur Verhütung von Fabrikunfällen in Mülhausen, Tafel X entnommen.

geschraubt, an dem ein biegsamer, starker Lederstreifen s befestigt ist, der auf der Riemscheibenlauffläche schleift. Soll der auf r ruhende Riem aufgelegt werden, so wird L am Knopfe o mittels Hakenstange (Fig. 549) erfasst und in der Wellendrehrichtung bis zur Auflaufstelle des Riems bewegt. Hier gleitet der bereits gespannte Riem auf der schrägen Fläche von L der Scheibe zu, drückt auf den Lederstreifen s und verbindet so Auflegerarm und Riemscheibe. Das vollständige Auflegen des Riems erfolgt alsdann, wie beim Bach'schen Riemaufleger, selbstthätig.

Fig. 554.

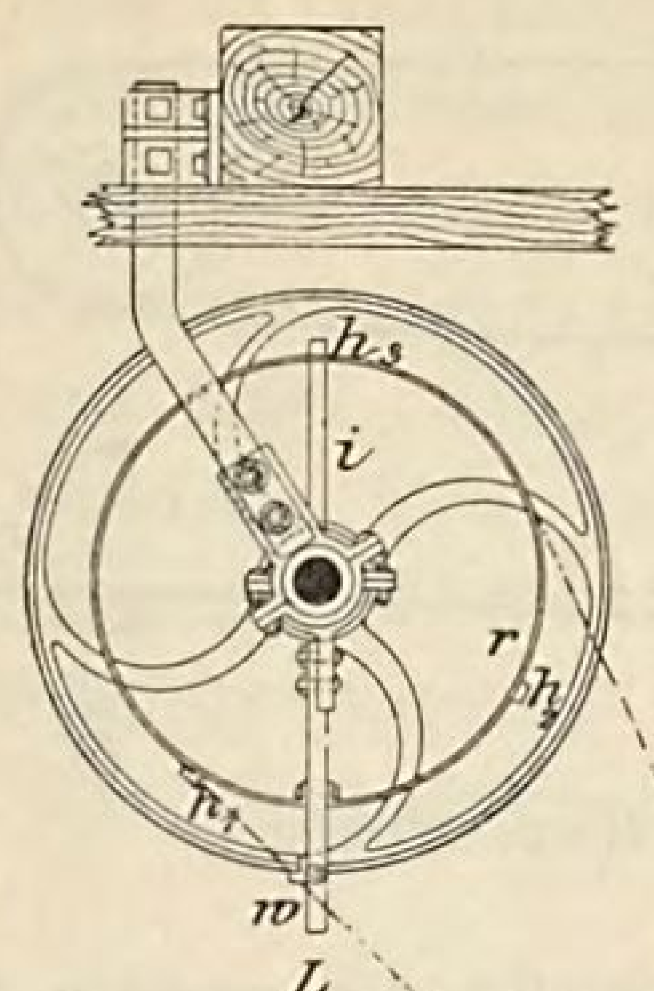
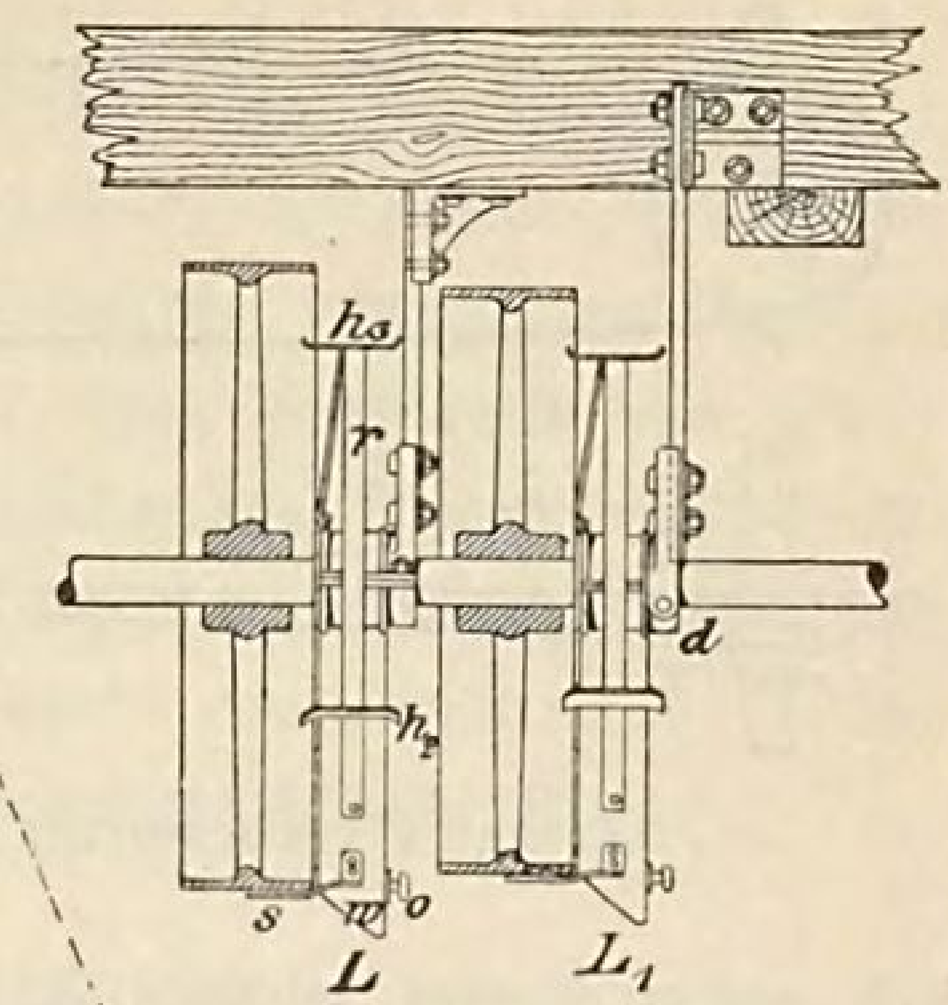


Fig. 555.



Selbstthätiger Riemaufleger von Baudouin.

Um die Benutzung der Hakenstange ganz zu vermeiden, wendet der Engländer Shaw (D. R.-P. 48321) für den Antrieb seines Auflegerarms ein Schnur- oder Kettenrädchen an, das vom Fussboden aus bewegt werden kann.[1])

4. Riemaufleger mit unrunder Hilfsscheibe. Die gleichen Gründe, die für die Erfindung der Hilfsarme maassgebend waren (hohe Lage der Welle und schwierige Zugänglichkeit zur Auflegestelle), haben auch zur Erfindung der Hilfsscheiben geführt. Diese haben vor den Hilfsarmen den Vorzug, dass sie die zu Unfällen Veranlassung bietende Hakenstange ganz entbehrlich machen und hierfür die festgelagerte, jetzt allgemein bekannte Riemgabel einführten; im übrigen aber sind sie sowohl vom praktischen als vom Standpunkte der Unfallverhütung aus minderwertiger als Riemaufleger mit Hilfsarmen.

Der älteste und unbrauchbarste Riemaufleger mit unrunder Eckscheibe ist von Herland im Jahre 1858 erfunden. Er bestand noch aus einer besonders auf der Welle befestigten Hilfsscheibe. Schon brauchbarer ist der Riemaufleger von Berzen, dessen Hilfsscheibe mit der Riemscheibe aus einem Stück gegossen ist.[2])

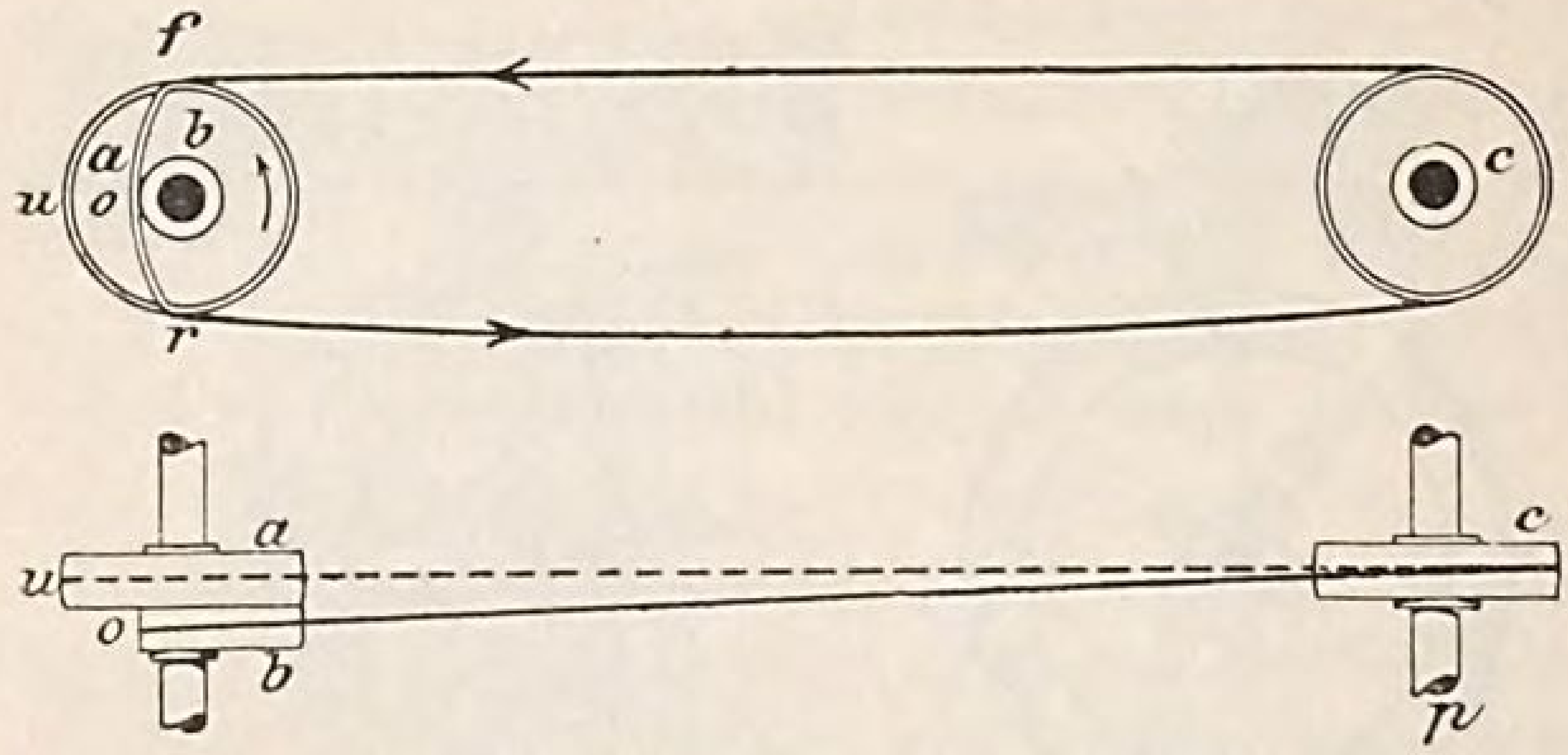
Praktisch verwendbar ist der verbesserte Riemaufleger von Berzen (Fig. 556 und 557, S. 624). Die mit der treibenden Riemscheibe a zusammengegossene Hilfsscheibe b schliesst sich bei o an die Nabe und geht bei f und r in den Scheibenkranz über. Das Kreisbogenstück fr der Hilfsscheibe hat mit der Riemscheibe gleiche Breite, während das ellipsenförmige Stück for verjüngt gestaltet ist und sich

[1]) Beschreibung und Zeichnung siehe im Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Band I, S. 127. Berlin 1890.

[2]) Abbildung und Beschreibung siehe bei Pütsch, Die Sicherung der Arbeiter gegen die Gefahren für Leben und Gesundheit im Fabrikbetriebe, S. 44. Berlin 1883.

bei r am Scheibenkranz totläuft. Diese verjüngte Kante der Hilfsscheibe, sowie deren weiteres Fehlen zwischen ruf schützt den Riem vor dem Wiedereinrücken. Das Riemauflegen geschieht mittels Riemgabel. Zunächst wird der im abgeworfenen Zustande auf der stillstehenden Welle p schlaffhängende Riem von Hand auf die angetriebene Scheibe c gebracht, während dieser Zeit hält die Gabel des Riemverlegers den Riem auf der Seite der Antriebsscheibe; drückt man nun weiter den Riemverleger gegen die Hilfsscheibe b, so läuft der Riem selbstthätig auf dieser allmählich auf und wird schliesslich infolge des geraden Zuges ca auf die Riemscheibe a gelenkt und daselbst erhalten. Die Laufflächen der Riemscheiben a und c müssen, um das selbstthätige Ablaufen zu verhüten, gewölbt sein. Das Abwerfen des Riems geschieht an der getriebenen Scheibe c. Einen Ersatz für Losscheiben bieten die Berzen'schen Riemaufleger nicht.

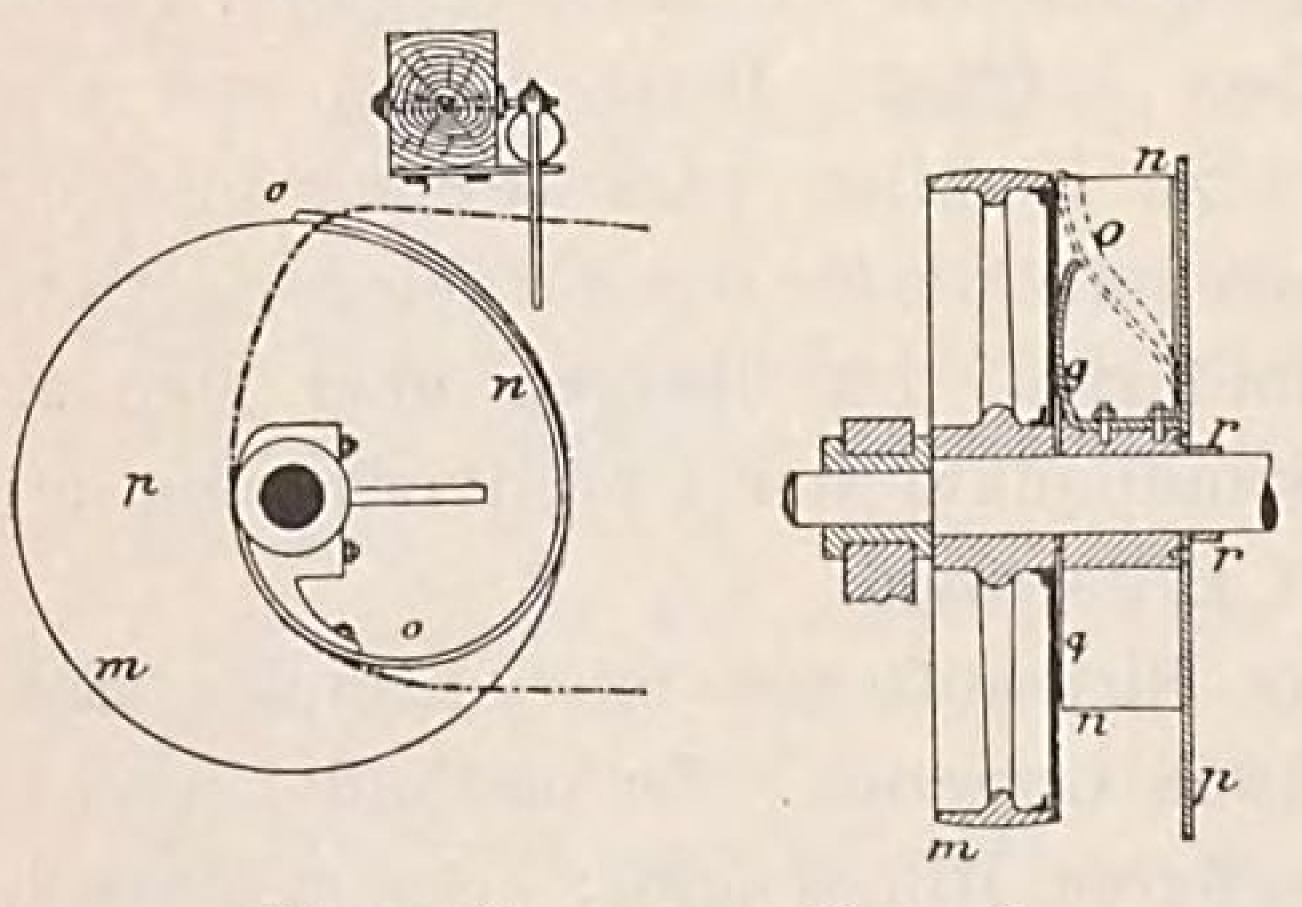
Fig. 556 und 557.



Berzen's verbesserter Riemaufleger.

Der Riemaufleger von Durand kann die Losscheibe ersetzen, wenn die gegenüberliegende Riemscheibe entsprechend verbreitert wird; unter den Riemauflegern mit Hilfsscheibe hat er sich noch am besten eingeführt. Die Hilfsscheibe n ist als Schneckenscheibe ausgebildet und sitzt neben der Antriebscheibe m lose auf der treibenden Welle (Fig. 558 und 559); sie hat mit der Riemscheibe m gleiche Breite und ist vorn, um das Herabfallen des abgeworfenen Riems zu verhindern, mit einer runden Schutzscheibe p versehen. Die innnere Seite der Antriebsscheibe m ist gleichfalls durch eine Blechscheibe p geschlossen. Die Hilfsscheibe trägt im Innern die Feder g, aussen die schraubenförmige Leiste o und ist durch den Stellring r derartig gelagert, dass im Ruhezustand eine Berührung zwischen Antrieb und Hilfsscheibe nicht stattfindet. Der durch Ziehen am Ausrücker abgeworfene Riem lagert, wie in Fig. 558 punktiert gezeichnet ist, auf der Hilfsscheibe. Wird diese durch irgend eine Vorrichtung gegen die Antriebsscheibe m gepresst, so drückt Feder g gegen m und bewirkt infolge der Reibung die Mitnahme der Hilfsscheibe. Der Riem wird nach und nach gespannt und allmählich durch die Schraubenform der Leiste o auf die Antriebsscheibe übergeführt.

Fig. 558. Fig. 559.



Riemaufleger von Durand.

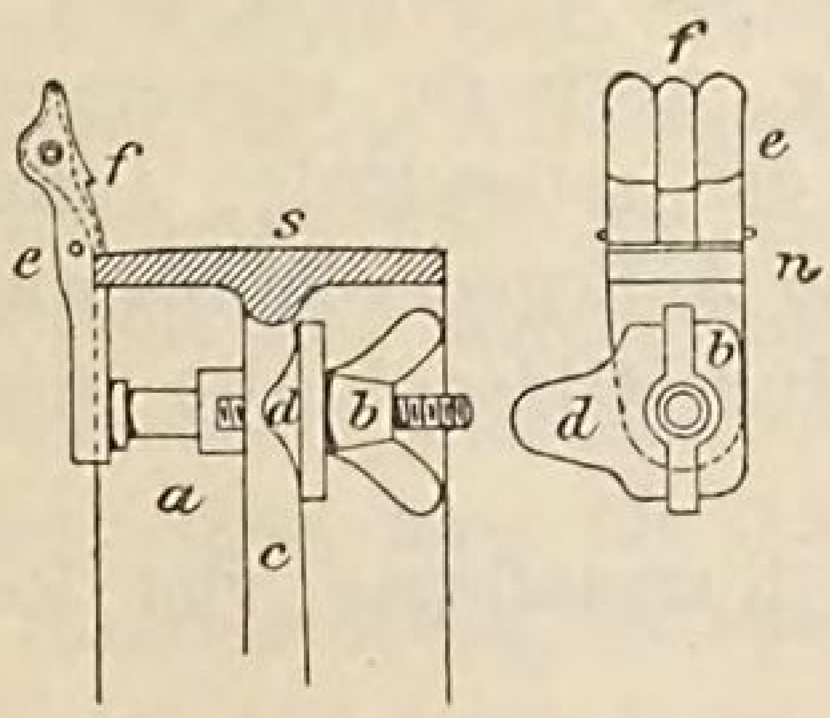
Der Riemaufleger von Durand ist im allgemeinen einfach und praktisch, teilt aber mit den genannten vier Auflegern gleicher Gattung folgende Nachteile: Sämtliche Riemaufleger mit unrunder Hilfsscheibe sind

von der Bewegung der treibenden Welle nicht genügend unabhängig. Durch das unbeabsichtigte Ingangsetzen der selbstthätigen Aufleger können die an den plötzlich in Arbeit gesetzten Arbeitsmaschinen oder zufällig mit dem Ausbessern der Riemen beschäftigten Arbeiter schwer geschädigt werden. Da ausserdem die Hilfsscheiben sämtlich unrund sind, so sind die mit der Bedienung, dem Schmieren und Reinigen der Triebwerke beauftragten Arbeiter ernsten Gefahren ausgesetzt. Vom Stande der Unfallverhütung aus muss demnach vom Gebrauch der Hilfsscheibenaufleger abgeraten werden. Vom praktisehen Standpunkte aus ist zu tadeln, dass das Einrücken der Riemen meist zu schnell geschieht, die Riemkanten leicht beschädigt werden und die unrunden Hilfsscheiben den ruhigen Gang der Wellenleitung störend beeinflussen.

5. Riemaufleger für schwere Riemen. Alle unter den Abschnitten 1 bis 4 genannten Riemaufleger sind für schwere Riemen nicht verwendbar. Letztere müssen entweder beim Stillstand der Wellenleitung von Hand oder mittels der nachstehend beschriebenen Riemaufleger aufgelegt werden.

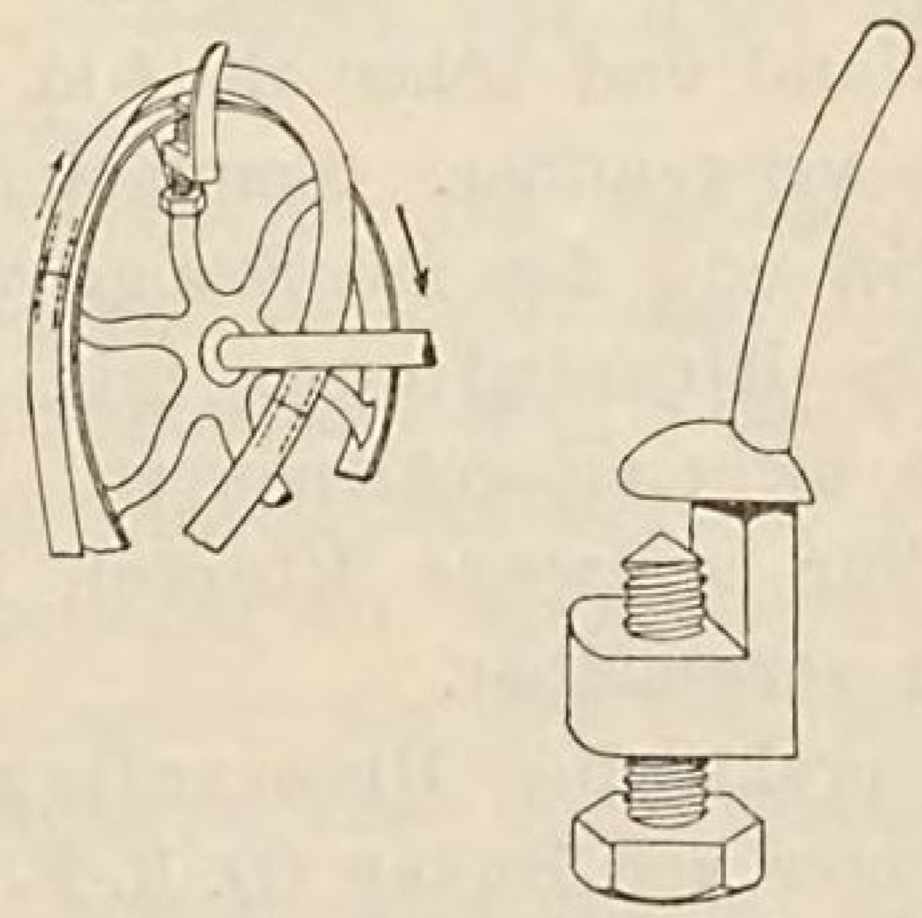
Die älteste und bekannteste Vorrichtung zum Auflegen schwerer Riemen ist der Riemaufleger von Reinhard (Fig. 560 und 561). Der wagerechte Schenkel a des winkelförmigen Riemauflegers ist als Schraube ausgebildet, die mittels ihres gekrümmten Armes d die Riemscheibenspeiche c umspannt und an dieser durch die

Fig. 560 und 561.



Riemaufleger von Reinhard.

Fig. 562 und 563.



Riemaufleger von Schulze.

Flügelmutter b festgeschraubt werden kann. Der andere lotrecht stehende Schenkel e hat im Querschnitt die Form eines Rechtecks (Fig. 561) und ist am unteren Ende fest aber drehbar mit a verbunden; das obere Ende ist gabelförmig gestaltet und trägt im Gabelschlitz den federnden Drücker s, der bestimmt ist, den aufzulegenden Riemen festzuhalten. Soll der Treibriemen aufgelegt werden, so schraubt man den Aufleger an diejenige Speiche der treibenden Riemscheibe, die der Auflegerstelle am nächsten gelegen ist; der Scheibenkranz s greift hierbei in Nut n des lotrechten Schenkels e; der Riem wird nunmehr auf die Scheibe gebracht, unter den federnden Drücker gelegt,

der den Riem festklemmt und beim langsamen Andrehen der Welle diesen selbstthätig auflegt. Sobald der Riem vollständig auf der Scheibe läuft, giebt der Drücker s den Riem frei. Der Riemaufleger kann also bis zum gelegentlichen Stillstande der Wellenleitung an der Riemscheibe verbleiben.

Einfacher gestaltet ist der Riemaufleger Patent Schulze, den Fig. 562 u. 563 (S. 625) veranschaulichen und dessen Einfachheit eine weitere Erklärung überflüssig macht. Dieser Riemaufleger hat dem Reinhard'schen gegenüber den Nachteil, dass er nach erfolgter Riemauflegung wieder entfernt werden muss, da er sonst das Gleiten des Riems auf den Scheiben verhindert. Immerhin ist der Gebrauch des Schulze'schen Auflegers besser und ungefährlicher, als die allgemein übliche Art des Auflegens mittels Schnur oder Lederriemen, vor der hiermit gewarnt sein soll. Mit den beschriebenen Riemauflegern lassen sich beispielsweise 350 mm breite Riemen innerhalb 2 Minuten sicher auflegen, sie können als praktisch, zeitersparend und unfallverhütend bestens empfohlen werden.

Als Schlussergebnis der Beurteilung der unter 1 bis 5 mitgeteilten Riemaufleger kann folgendes angegeben werden:

1) Die Hakenstangen-Riemaufleger sind für Riemen bis 80 mm Breite gut verwendbar, wenn unter der Welle genügend freier Raum vorhanden ist, der dem Arbeiter gestattet, mit der Stange dem Riem teilweise zu folgen. Hervorzuheben ist der Aufleger von Dülken.

2) Die Riemaufleger mit ausziehbarem Arm leisten für Riemen bis 100 mm Breite gute Dienste, soweit das Riemgewicht nicht zu sehr zur Wirkung kommt. Für wagerecht und eng an der Wand laufende Riemen empfehlen sie sich nicht. Bevorzugt wird Bauart „Triumph" von Pretzel und Gelenkriemaufleger von Köhsel.

3) Die Riemaufleger mit drehbarem Hilfsarm sind für eng an die Wand und höher als 4 m gelegene, sowie für schwerere Riemen praktisch verwendbar. Empfohlen wird der selbstthätige Aufleger von Baudouin und der mit Stange versehene Aufleger von Hammesfahr.

4) Die Riemaufleger mit unrunder Hilfsscheibe sind im allgemeinen nicht empfehlenswert.

5) Für schwere Riemen ist der Riemaufleger von Reinhard praktisch verwendbar.

Als praktischer Riemaufleger für Stufenscheiben kann der Riemaufleger von Busse (D. R.-P. 24605) empfohlen werden, wie solcher durch die Sächsische Maschinenfabrik zu Chemnitz, vormals Richard Hartmann, für Riemen von 30 bis 200 mm Breite gefertigt wird. Beschreibung und Zeichnung desselben sind im Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Berlin 1889, Bd. I, S. 135 ff. enthalten.

f. Riemausrückvorrichtungen.

Besser und unfallsicherer als mit den im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Riemauflegern wird die Riemverlegung, beziehungsweise

das schnelle Ausserbetriebsetzen einzelner Wellenstränge durch Riemausrückvorrichtungen bewirkt. Sie sind für die Unfallverhütung von besonders hohem Wert, da sie das Auflegen und Abwerfen der Riemen ohne jede Gefahr gestatten; sie lassen sich einteilen in:

1. Riemausrückung auf Losscheiben,
2. Riemausrückung auf ruhende Scheiben,
3. Riemeinrückung durch Spannrollen,
4. Riemausrückung durch Entkuppeln von Antriebscheiben.

Zur Verminderung der auf Seite 597 mitgeteilten Unfälle muss wenigstens eine dieser wichtigen Schutzvorrichtungen gegen Unfallgefahr für jede Arbeitsmaschine und für jeden gesondert angetriebenen Wellenstrang verlangt werden, sofern sie durch Riemen von über 30 mm Breite angetrieben oder während der Arbeitszeit des öfteren still gestellt werden müssen. Als Unfallverhütungsvorschrift empfiehlt sich etwa folgende Bestimmung:

„Jede Arbeitsmaschine, sowie jeder besonders angetriebene Wellenstrang müssen, sofern sie durch Riemen von über 30 mm Breite angetrieben und während der Arbeitszeit öfter still gesetzt werden, mit einer sicher wirkenden Ausrückvorrichtung versehen sein. Diese muss vom Standplatz des betreffenden Arbeiters aus bequem erreichbar und gegen Selbsteinrückung gesichert sein.“

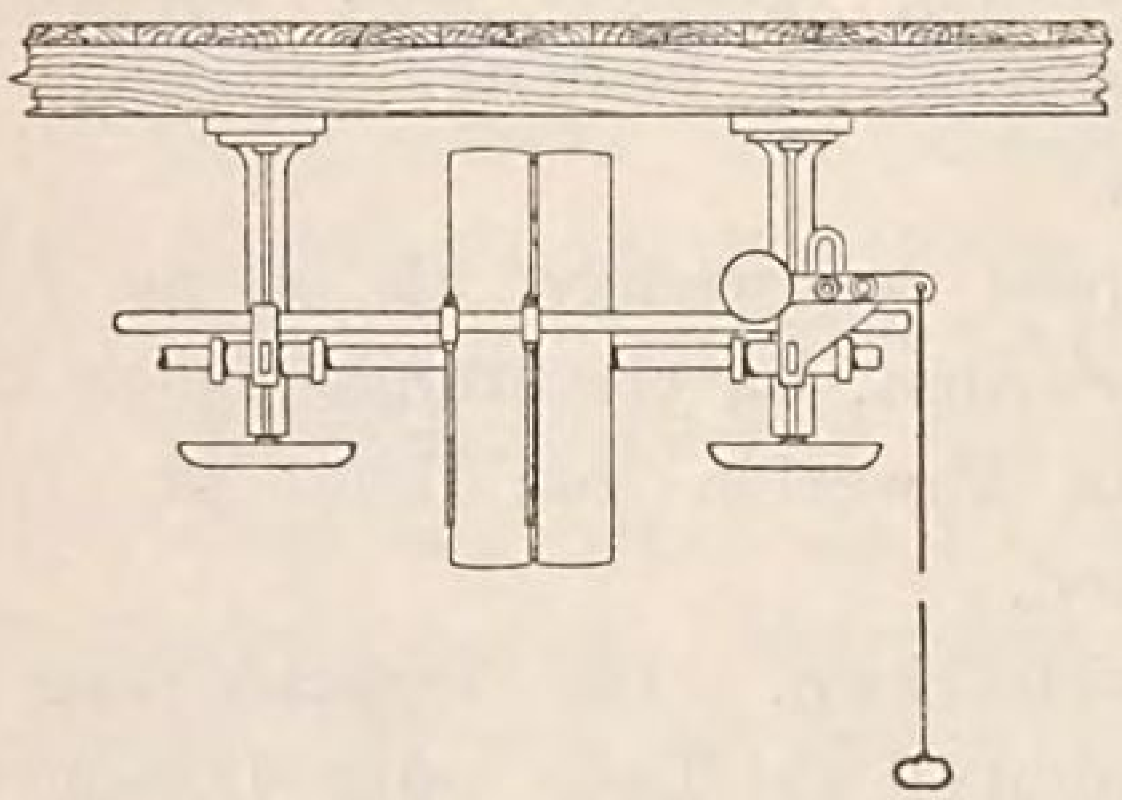
Ausrückvorrichtungen für Riemtriebe von weniger als 30 mm Riembreite anzuordnen, kann unterlassen werden, da erfahrungsgemäss diese schwachen Riemen beim Ablegen und Abwerfen von Hand zu ernsten Verletzungen selten Veranlassung geben.

1. Riemausrückung auf Losscheiben. Die Verschiebung des Riems mittels fest angebrachter Riemgabel auf Leer- oder Losscheiben ist die bekannteste aller Ausrückvorrichtungen und wird wohl auch, trotz aller Neuerungen, noch für längere Zeit maassgebend bleiben. Der ganze für die Riemverlegung erforderliche Apparat, die Riemweiche, besteht in der Regel aus einer dicht neben einander auf der treibenden Welle oder einem besonderen Vorgelege gelagerten Los- und Festscheibe und aus einer gegenüberliegenden doppelt breiten Riemscheibe, die an der Arbeitsmaschine, bezw. der Hauptwellenleitung befestigt ist. Die gegenüberliegenden Scheibenpaare werden durch einen Treibriem verbunden, der mittels einer Riemgabel (der Ausrückvorrichtung) je nach Bedarf von der Fest- auf die Losscheibe oder umgekehrt seitwärts verschoben werden kann. Die Festscheibe ist mit der treibenden Welle, gewöhnlich durch Flachkeil, fest verbunden und kann sich nur mit dieser drehen, während die Losscheibe von der Wellenbewegung unabhängig auf der Welle drehbar gelagert ist.

Soll eine Arbeits- bezw. Werkzeugmaschine Vorwärts- und Rückwärtsgang erhalten, so sind entweder zwei Los- und zwei Festscheibenpaare oder zwei Festscheibenpaare und ein dazwischen gelagertes Losscheibenpaar zu verwenden, die durch zwei Riemzüge zu verbinden sind, von denen der eine Riemzug offen, der andere (beispielsweise für den Rückwärtsgang) gekreuzt sein muss, wenn nicht besondere Wendegetriebe eingeschaltet sind.

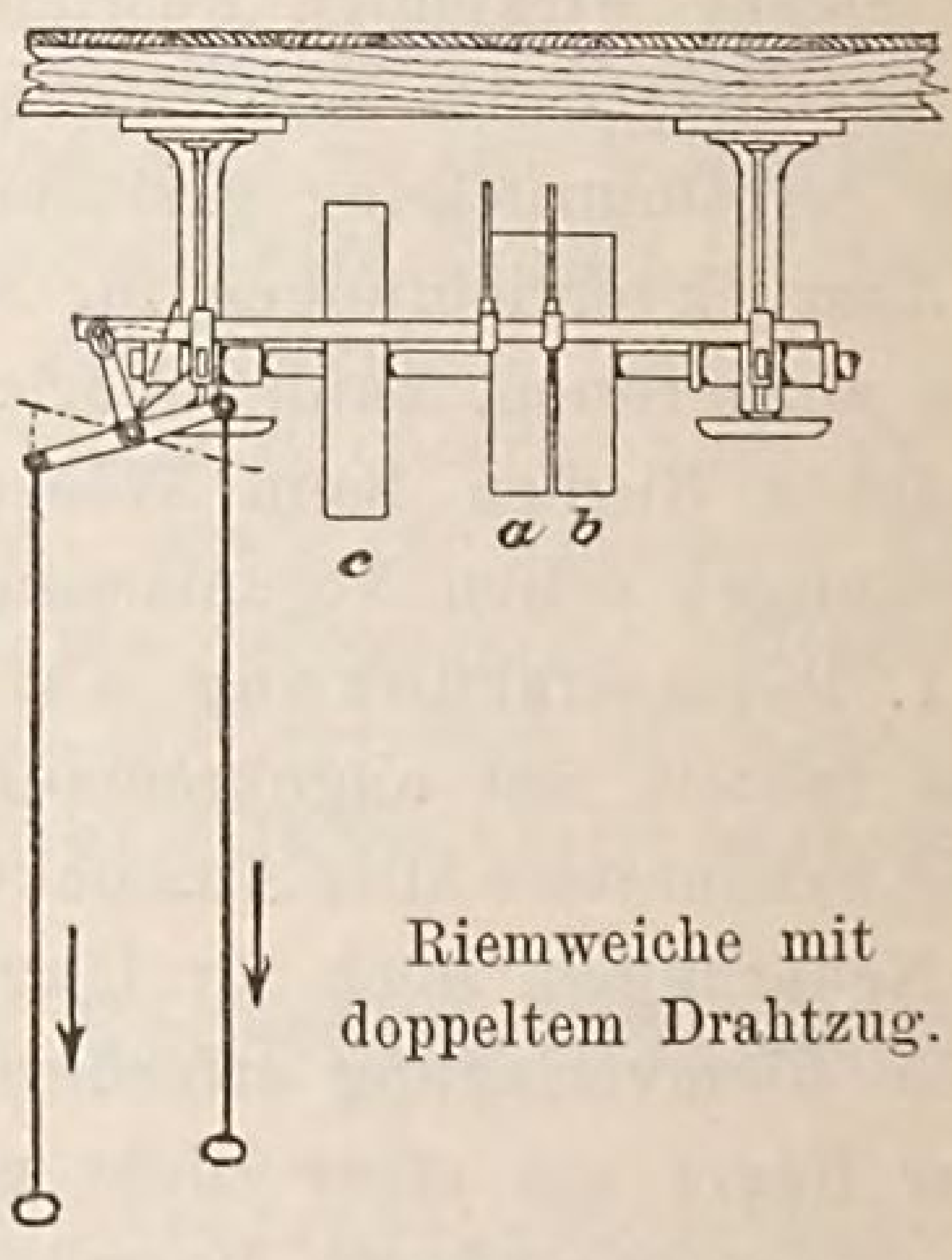
Die eigentliche Riemausrückvorrichtung besteht im wesentlichen aus einer zweizinkigen Riemgabel, die an einer in Führungen leicht verschiebbaren Stange befestigt ist. Die Gabel ist stets so zu stellen, dass ihre Zinken den auf- bezw. abzulegenden Riem an seiner Auflaufstelle erfassen. Die Verschiebung der Führungsstange wird gewöhnlich durch einen steifen Drahtzug eingeleitet. Die Riemausrückung geschieht alsdann durch Zug nach unten, die Riemeinrückung durch Schub nach oben (Fig. 564). Um hierbei dem Ausbiegen des Drahtzuges entgegenzuwirken muss dieser, je nach der Schwere des Riems und der Höhenlage der Wellen, verschieden stark sein. Gewöhnlich werden Drähte von 5 bis 8 mm verwendet. Sollten stärkere Drähte erforderlich werden, so wendet man lieber zwei Drahtzüge an, die beide gezogen werden (Fig. 565) und von denen der eine das Ein-, der andere das Ausrücken des Riems bewirkt.

Fig. 564.



Riemweiche mit einfachem Drahtzug und Gegengewicht.

Fig. 565.



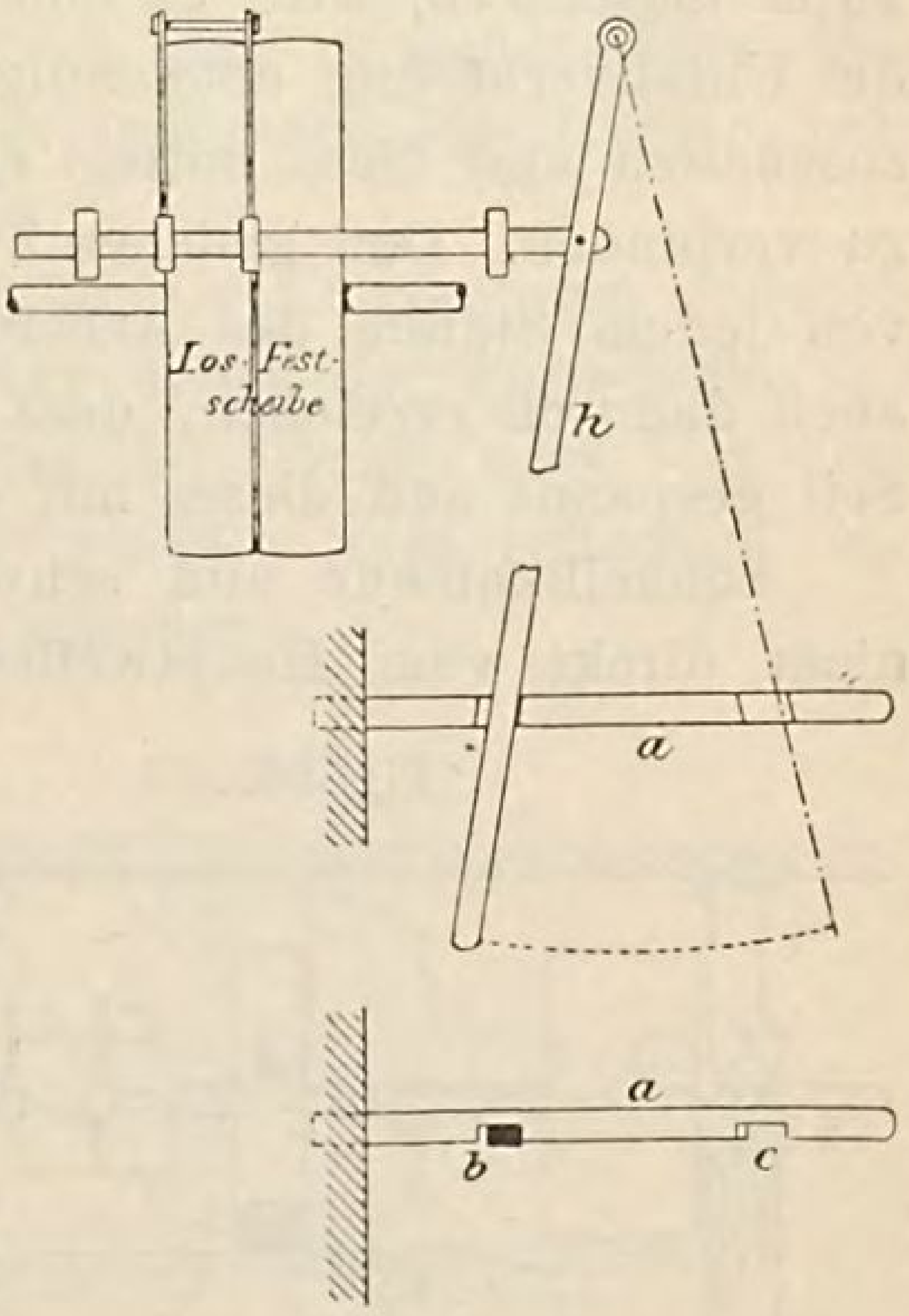
Riemweiche mit doppeltem Drahtzug.

Die beschriebenen beiden Typen für Riemausrückungen sind einfach, bequem zu handhaben und für hochgelegene Wellen zu empfehlen, jedoch dürfen diese Ausrücker nie ohne Sicherung gegen Selbsteinrückung ausgeführt werden. Entweder sind, wie in Fig. 564 gezeichnet, am Zughebel Gegengewichte anzubringen, die bei ausgerücktem Riemzuge nach unten schlagen, oder es ist, sofern der Drahtzug sich in der Nähe einer Säule oder Wand befindet, daselbst ein Haltestift derart zu befestigen, dass in diesen die als Handgriff dienende Schlinge des Drahtzuges einschnappen kann, wenn der Treibriem sich auf der Losscheibe

befindet. Diese Sicherheitseinrichtungen sind unbedingt nötig, da sonst ein Auflaufen des ausgerückten Riems von der Los- auf die Festscheibe selbstthätig erfolgen kann. Dies wird namentlich dadurch hervorgerufen, dass die Laufflächen der fortwährend auf der Welle laufenden Losscheiben sich mit der Zeit auslaufen. Sie fangen alsdann an zu schlagen, d. h. der Scheibenkranz der Losscheibe drängt sich ab und zu fest gegen den Scheibenkranz der Festscheibe, wird von diesem mitgenommen und befördert so das unbeabsichtigte Überleiten des Riems von der Los- auf die Festscheibe. Hierdurch können die Arbeitsmaschinen gegen den Willen des Arbeiters unvermutet in Bewegung gesetzt und ernste Betriebsunfälle leicht herbeigeführt werden.

Nicht geschützt hängende Drahtzüge müssen mit ihren niedrigsten Punkten mindestens 1,75 m vom Fussboden entfernt sein und dürfen nicht höher als 2 m hängen. Einerseits um ein Gegenlaufen mit dem Kopfe zu vermeiden, andererseits um ein bequemes Erfassen des Drahtzuges zu ermöglichen, was in Notfällen von Wichtigkeit ist. Werden statt der Drahtzüge Ausrückhebel mit pendelnder Bewegung verwendet, so müssen diese gleichfalls für den Leerlauf des Riems gesichert werden.

Fig. 566 und 567.



Riemweiche mit Handhebel und Klinke.

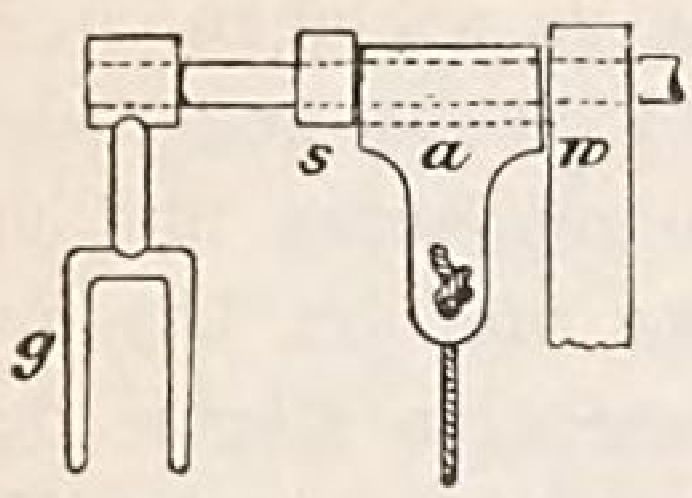
Dies geschieht am besten und einfachsten durch Sicherheitsknaggen oder Klinken (Fig. 566 und 567). Die Feststellschiene a ist zum Hebel h derart zu legen, dass h auf der Laufseite von a federt. Beim Ausrücken des Riems schneppert alsdann der Handhebel in die Auskleidung b und wird in dieser durch eigene Federkraft festgehalten. Es empfiehlt sich, gleichzeitig an der Stellschiene eine zweite Ausklinkung c anzubringen, die den Lauf des Riems auf der Festscheibe sichert. Beim Verlegen ist der federnde Hebel zuvor etwas abzuheben und dann bis zur nächsten Klinke zu verschieben.

Die sehr häufig vorkommende Sicherung gegen Selbsteinrückung mittels Sicherheitsstift, der in das durch Ausrückhebel und Stellschiene gemeinsam durchbohrte Loch gesteckt wird, ist weniger empfehlenswert, da diese Sicherung vom Willen des Arbeiters abhängig ist und infolge dessen nicht selten unterlassen wird.

Ebenso unsicher ist der bei niedrig gelegenen Wellen öfters zur Anwendung kommende Sicherheitsbügel (Fig. 568, S. 630). Derselbe besteht aus einem einfachen Blechhaken a', dessen Breite gleich der

Hublänge der Riemausrückung ist und der von einem Stellring s auf der Ausrückstange und einem festgelagerten Gegenstande, gewöhnlich dem Wellenlager, begrenzt wird. Die Art und Weise, wie die Riemgabel g verschoben wird, ist in der Skizze nicht angeben. Auch für niedrig gelegene Wellen werden statt der vielfach angewendeten Sicherheitsbügel und Sicherheitsstifte besser federnde Ausrückhebel verwendet, die alsdann horizontal zu legen sind.

Fig. 568.



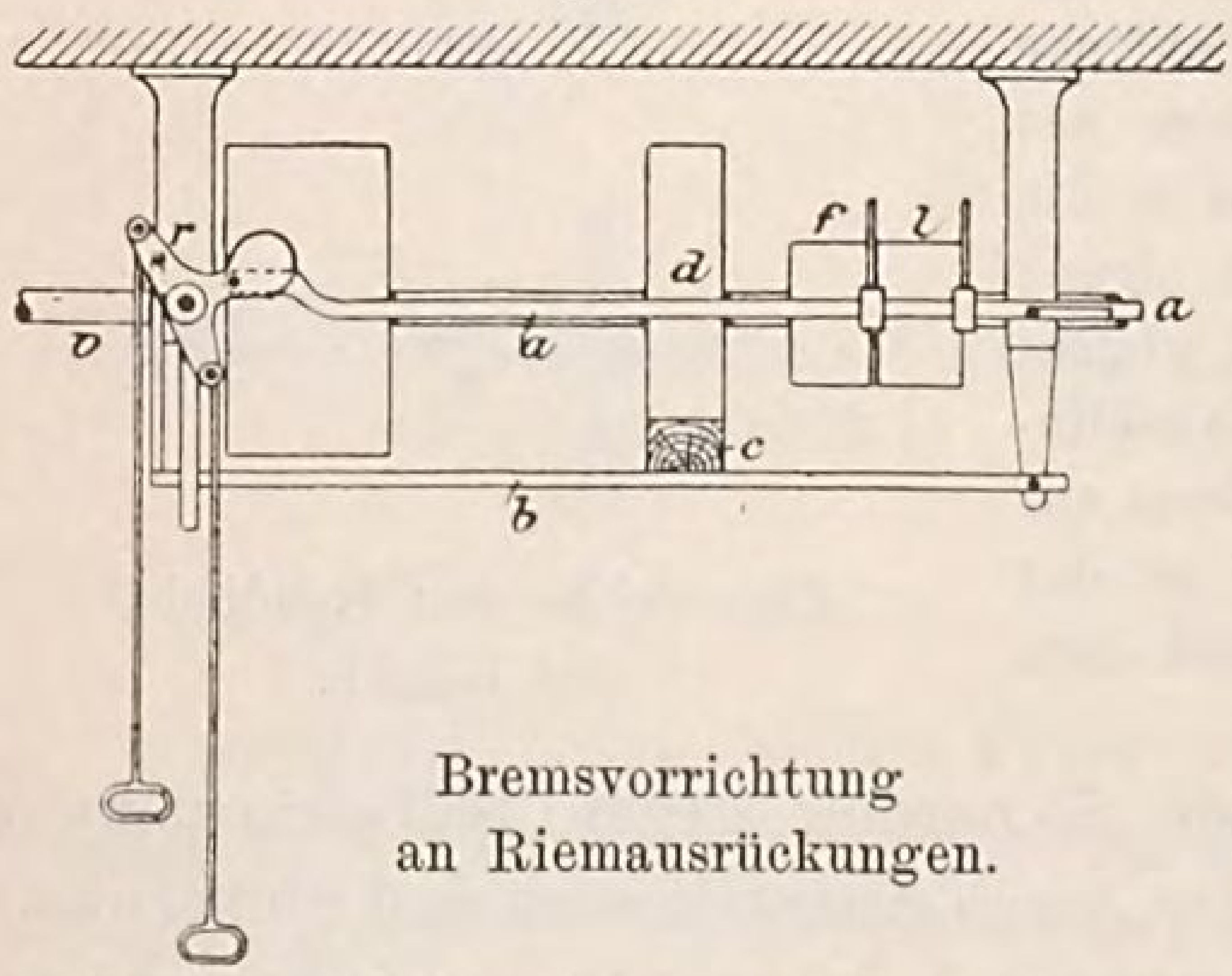
Sicherheitsbügel für Riemausrückungen.

Näher auf die sehr verschiedenartig gestalteten, in der Praxis gebräuchlichen Ausrückvorrichtungen einzugehen, verbietet der zur Verfügung stehende Raum.

Bei langgebauten Arbeitsmaschinen, z. B. bei Spinnerei- und Papiermaschinen, wird es teils aus betriebstechnischen, teils aus Gründen der Unfallverhütung notwendig, mehrere Ausrückhebel hintereinander einzuschalten und diese mittels einer Leitungsstange mit der Ausrückgabel zu verbinden. Den gleichen Zweck, die Ausrückung der Arbeitsmaschine von jedem Stande des Arbeiters aus bewirken zu können, kann man auch dadurch erreichen, dass rings um die ganze Maschine ein straffes Seil gespannt und dieses mit der Ausrückgabel verbunden wird.

Schnelllaufende und schwere Arbeitsmaschinen werden gewöhnlich nicht direkt vom Hauptwellenstrang, sondern mittels eines besonders zwischen diesem und der Arbeitsmaschine eingeschalteten, sogenannten Vorgeleges indirekt angetrieben.

Fig. 569.



Bremsvorrichtung an Riemausrückungen.

Das Vorgelege (Fig. 565, S. 628) befindet sich gewöhnlich an der Decke in der Nähe der Wellenleitung. Von dieser wird die Kraft auf die Festscheibe a übertragen und mittels der Riemscheibe c an die Arbeitsmaschine weitergegeben. Diese Einrichtung hat neben anderen technischen Vorteilen den Vorzug, dass bei der Überleitung des Treibriems auf die Losscheibe b das Vorgelege der betreffenden Arbeitsmaschine und gleichzeitig auch der Riembetrieb zum Stillstand kommt.

Für Arbeitsmaschinen mit schnelllaufenden Schneidewerkzeugen die nach dem Ausrücken wegen der Trägheit ihrer Massen noch längere Zeit gebrauchen um auszulaufen, empfiehlt es sich, mit der Ausrückung eine Bremsvorrichtung zu verbinden.

Eine derartige Einrichtung ist in Fig. 569 (S. 630) skizziert. Auf der Vorgelegewelle v sitzt festgekeilt die Bremsscheibe d, gegen welche der auf dem Hebel b befestigte Bremsklotz c fest angedrückt wird, sobald die Überleitung des Riems auf die Losscheibe l erfolgt. Zu diesem Zweck ist der Hebel b entsprechend mit dem Ausrückhebel r verbunden. Ähnliche Ausrückvorrichtungen mit Bremswirkung sind S. 645 und 648 mitgeteilt worden.

2. Riemausrückung auf ruhende Scheiben. Eine anderweitige Sicherung gegen Selbsteinrückung wird dadurch bewirkt, dass man den auszurückenden Riem auf ruhende Scheiben legt. Hierbei kommt der ununterbrochene Leerlauf der Losscheibe in Fortfall, womit neben der Unfallsicherung gleichzeitig der ökonomische Vorteil erreicht wird, dass die Abnutzung der Laufflächen und Treibriemen, sowie der Verbrauch von Schmierstoffen vermindert wird. Die Riemausrückung auf ruhende Scheiben bietet somit eine höhere Sicherheit gegen Unfallgefahr als die auf Losscheiben, da einerseits die Selbsteinrückung des Riemzuges unmöglich gemacht wird, andererseits durch den ruhenden Riem alle Gefahren vermieden werden, die sonst mit laufenden Riemtrieben verbunden sind.

Das Stillsetzen des ausgerückten Riems kann am einfachsten dadurch erfolgen, dass die Leerscheibe nicht drehbar neben der Festscheibe befestigt wird. Diese zunächst liegende Idee ist, wenn man von dem Biedermann'schen Riemträger (s. S. 613) absieht, zum erstenmal vor sechs Jahren praktisch zur Ausführung gekommen.

Fig. 570.

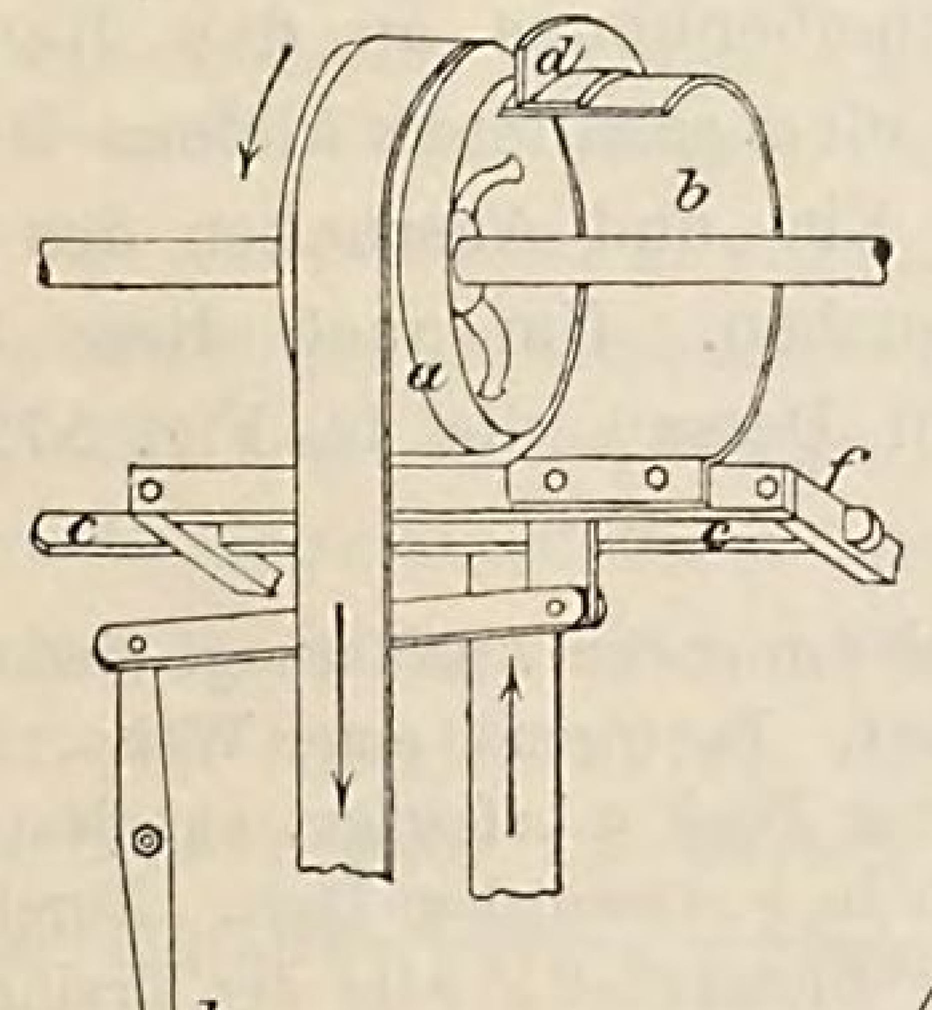
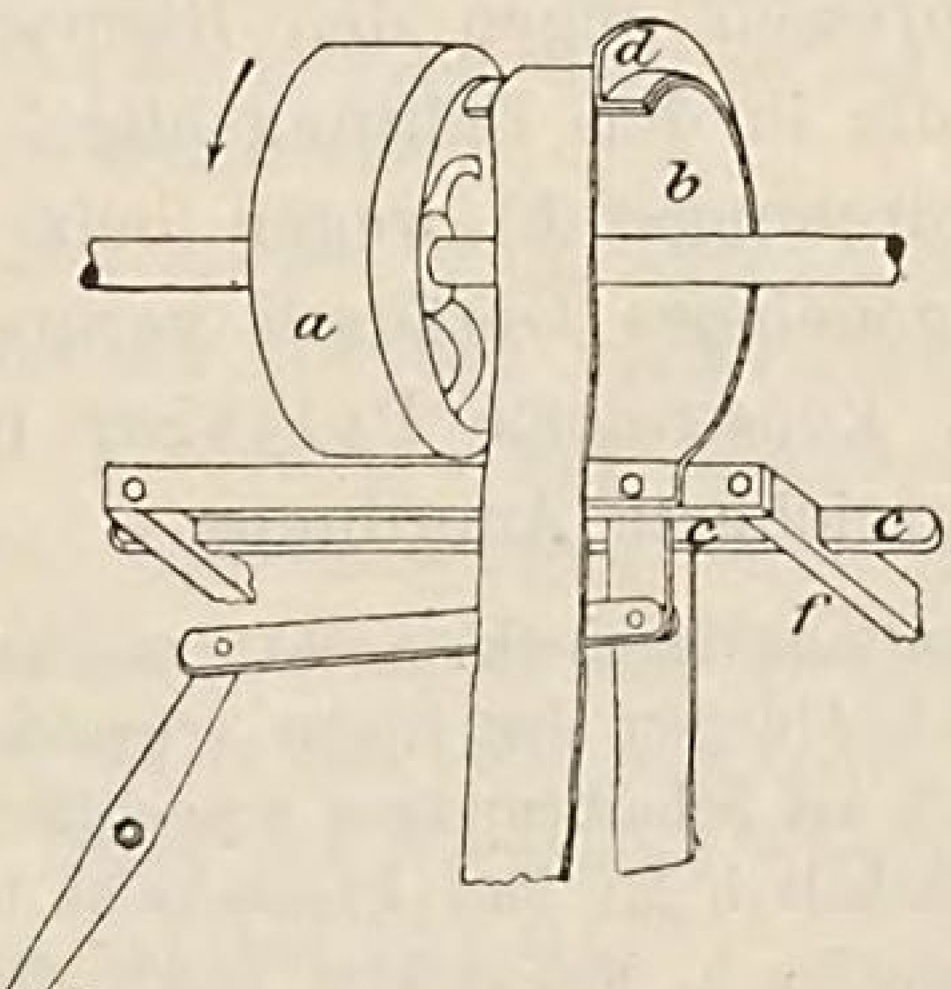


Fig. 571.



Dreyer'sche Riemweiche von Polysius.

Die Dreyer'sche Riemweiche (D. R.-P. 41791), wie solche gegenwärtig die Maschinenfabrik G. Polysius in Dessau baut (Fig. 570 und 571), besteht aus der stark ballig gedrehten Treibriemscheibe a mit abgeschrägtem Rande; dicht neben diesem ist an Stelle der Losscheibe der Scheibenbügel b irgendwie, hier am Gestell f befestigt,

das gleichzeitig der Ausrückstange c als Führung dient. An dieser Stange ist der Riemführungsbügel d befestigt, der den Scheibenbügel b genau umspannt und auf diesem verschiebbar ist. Soll der in der Ruhelage befindliche Treibriem (Fig. 571) auf die Scheibe a gelegt werden, so wird d mittels des Ausrückers h nach links verschoben (Fig. 570), wobei die abgeschrägte Kante das Auflegen erleichtert.

Neben den allen zu dieser Gruppe gehörigen Ausrückvorrichtungen gemeinsamen, S. 631 mitgeteilten Vorzügen hat die Dreyer'sche Riemweiche noch den Vorteil, dass beim Verbinden eines neuen oder zerrissenen Riems dieser von Hand zusammengezogen werden kann; er erhält alsdann beim Aufschieben auf die Riemscheibe die nötige Spannung. Leider ist die Dreyer'sche Riemweiche in dieser einfachen Gestalt nur für leichte Riemen, etwa bis zu 80 mm Breite, praktisch verwendbar, da schwerere Riemen auf dem ruhenden Scheibenausschnitt b zu grosse Reibung haben. Polysius in Dessau hat diesen Übelstand dadurch zu beseitigen versucht, dass er dem Scheibenausschnitt kleine Rollen einlegte und ausserdem dem Riem eine zweite Führung durch eine besondere Riemgabel an seiner Auflaufstelle gab. Hierdurch verliert der Apparat zwar an Einfachheit, gewinnt aber dafür wesentlich an Brauchbarkeit.

Diese verbesserte Riemweiche ist für Riemscheiben bis zu 3 m Durchmesser und für Riemen bis zu 300 mm Breite zur Ausführung gelangt. Das Verlegen des Riems erfolgt leicht und sicher und kann für Riemen bis zu 120 mm Breite noch mittels einfachen Handhebels bewirkt werden. Die Bauart ist im allgemeinen empfehlenswert, sie hat indess die Fehler, dass der Riem durch Schleifen auf dem Führungsbügel und durch Anpressen gegen den Riemscheibenkonus an den Kanten leidet und dass die in den Führungsbügel eingeschalteten kleinen Rollen ihrer hohen Umdrehungszahl wegen beim Ein- und Ausrücken des Riems ein sehr unangenehmes Geräusch verursachen. Um auch diese Mängel zu beseitigen, konstruierte Polysius in Dessau die in Fig. 572 und 573 (S. 633) gezeichnete Anordnung.

Die Kraftabgabescheibe a hat, wie bei der ersten Ausführung, einen Konus, der das Auf- und Ablegen des Riems erleichtert. In irgend einer Weise, hier an der Decke, ist ein als Scheibenträger ausgebildeter Bock c befestigt, auf dem sich mittels des Ausrückhebels h die lose Riemscheibe b in a einschieben lässt. Durch den Rand dieser Hilfsscheibe b, unterstützt durch die Riemgabel g wird der Treibriem auf den Konus der Festscheibe a geschoben, die den Riem sofort mitnimmt und dadurch das Weiterauflegen des Riems erleichtert. Als Gegenscheibe dient entweder eine stark ballig gedrehte Festscheibe von doppelter Breite, oder ein Los- und Festscheibenpaar. Letztere Anordnung verdient den Vorzug. — Beim Ausrücken wird der Riem durch die Gabel von a auf die Hilfsscheibe b geführt, die gleichzeitig durch den Ausrückhebel aus der Festscheibe a herausgezogen wird. Hierbei kommt der Riem sofort zum Stillstand und liegt ohne Spannung auf der ruhenden Scheibe b.

Ähnlich der Riemweiche Polysius ist die seit langem bekannte und gut eingeführte Anordnung der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Dessau (Fig. 574).

Fig. 572.

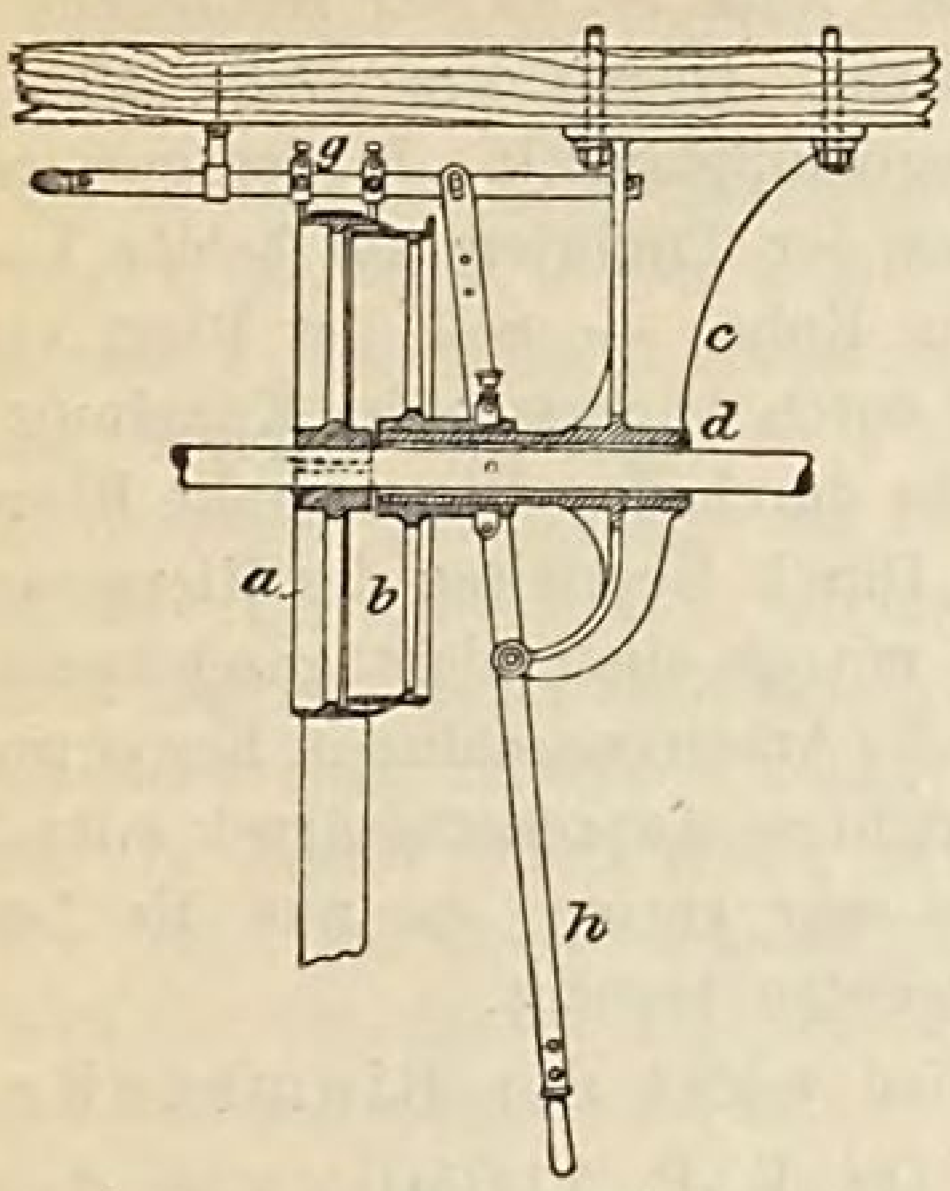
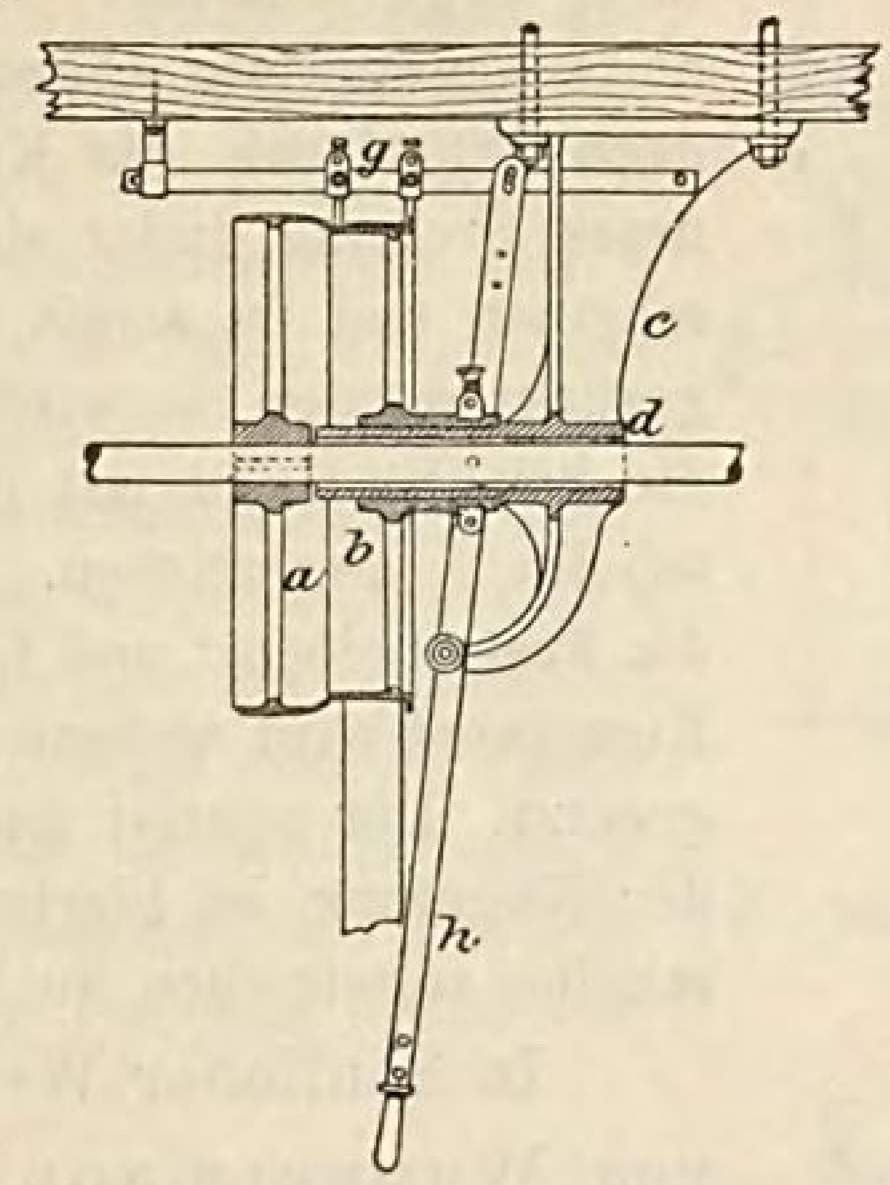
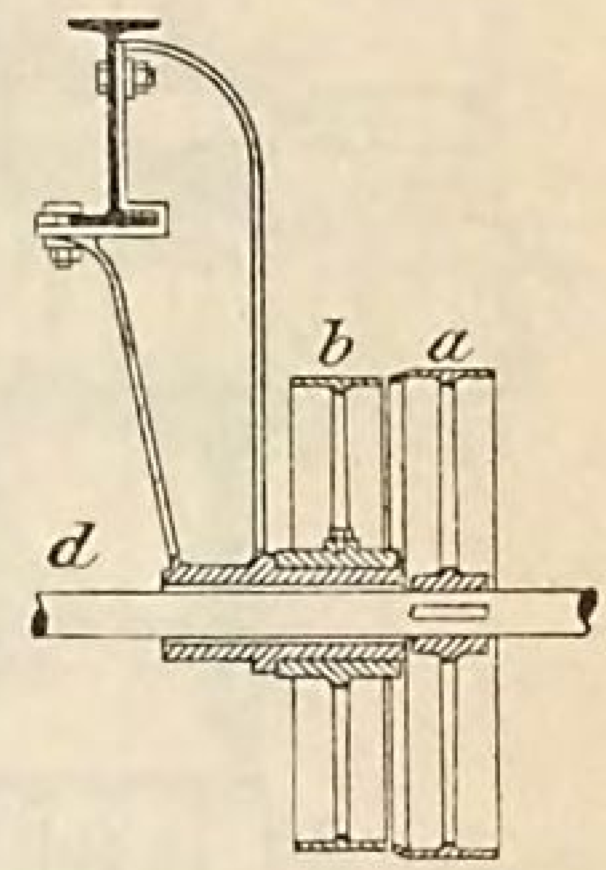


Fig. 573.



Verbesserte Riemweiche von Polysius.

Fig. 574.



Riemweiche der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

Beide haben die abgeschrägte Kante an der Festscheibe, die etwas kleinere von der Wellenbewegung unabhängig gelagerte Losscheibe gemein. Sie unterscheiden sich im wesentlichen dadurch, dass bei Polysius die Losscheibe längsverschieblich ist, bei der Dessauer Anordnung dagegen nicht. Letztere wird dadurch nur dann zweckdienlich, wenn die Welle d angetrieben werden soll. Ist dagegen d die treibende Welle, so wird für die Verschiebung des Riems von der Losscheibe b auf die Festscheibe a noch eine besondere Einrichtung notwendig, mittels der b gegen a angepresst werden kann. Durch die dadurch entstehende Reibung wird alsdann b von a mitgenommen, worauf sich der Treibriem wie bei den gewöhnlichen Los- und Festscheibenpaaren mittels gewöhnlicher Riemgabel verschieben lässt.

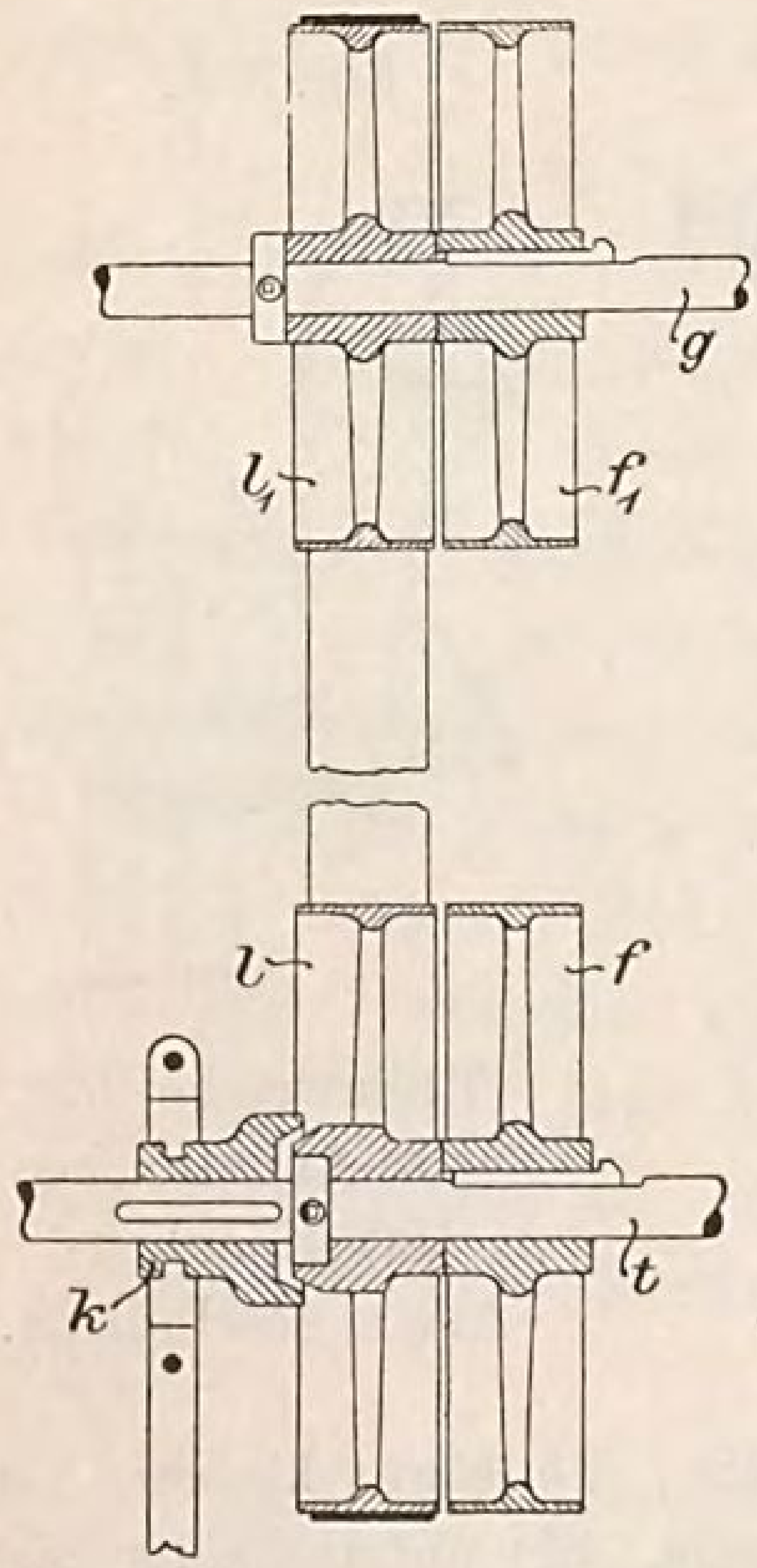
Derartige Anpressungsvorrichtungen sind auch mehrfach zur Ausführung gelangt, gewöhnlich sind sie mit der Riemverschiebvorrichtung zu einem Ganzen verbunden. Einzelne dieser Ausführungen, wie die Sicherheits-Riemausrückung von Leitenberger, die Mülhauser Riemausrückvorrichtung mit unabhängiger Buchse, die Sicherheits-Riemausrückung von Leichsenring und die Ausschaltvorrichtung für Riemtriebe von Pfaff sind im Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung[1]) eingehend beschrieben.

Eine der einfachsten Anpressungsvorrichtungen dieser Art ist die Ein- und Ausrückvorrichtung von Engel (D. R.-P. 44336), die durch die Maschinenbauanstalt von Stanislaus Leutner & Co. in Breslau gefertigt wird und in Fig. 575 (S. 634) schematisch dargestellt ist.

[1]) Bd. I, S. 140ff. Berlin 1890.

Sie besteht in der Hauptsache aus zwei gegenüberliegenden Los- und Festscheibenpaaren und einer Kegelkupplung. Das obere an der Arbeitsmaschine befindliche Scheibenpaar $l_1 f_1$ ist wie gewöhnlich eingerichtet. Die Losscheibe l des unteren auf der treibenden Welle t sitzenden Scheibenpaares wird durch einen Stellring in ihrer Lage erhalten. Ihre Nabe ist an der freiliegenden Seite kegelförmig abgedreht. Gegen diese Nabe tritt je nach Erfordernis die Kegelkupplung k. In der gezeichneten Stellung findet sich der Treibriem auf beiden Losscheiben und ist somit in Ruhe. — Soll der Riem eingerückt werden, so wird durch Angressen der Kupplung k die Scheibe l und mit ihr durch den Riemzug die Riemscheibe l_1 angetrieben. Durch Überleiten des Riems auf die Festscheiben f und f_1 mittels einer nicht gezeichneten Riemgabel wird alsdann die Arbeitsmaschine in Bewegung gesetzt. Der achsial gerichtete Anpressungsdruck mittels der Kupplung ist hierbei sehr gering, da nur die Losscheibe angetrieben zu werden braucht.

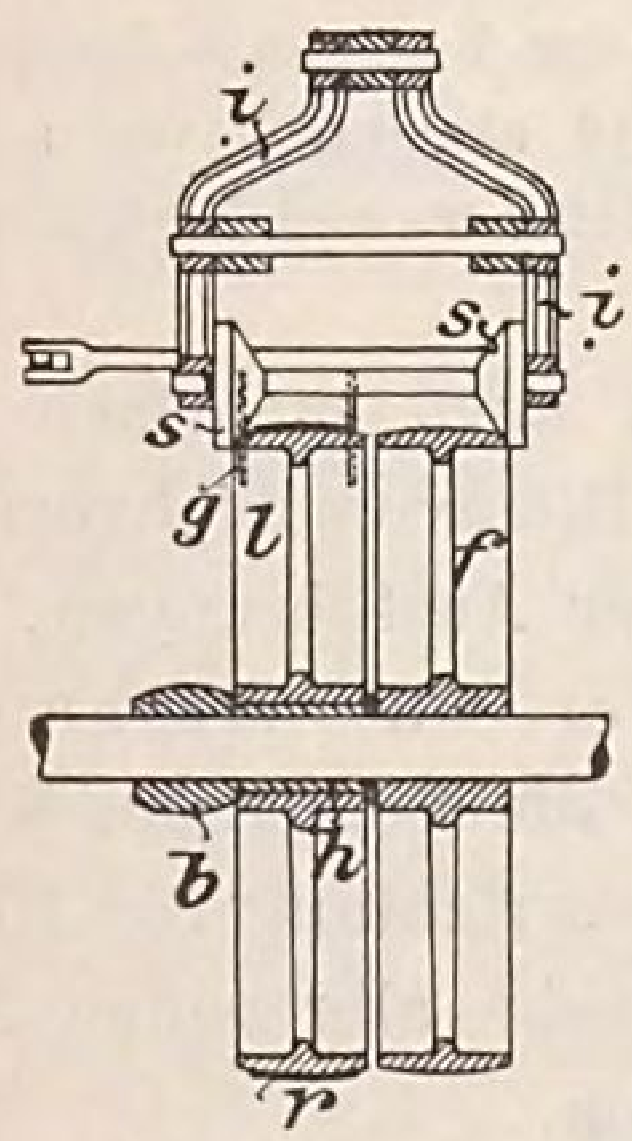
Fig. 575.



Ein- und Ausrückvorrichtung von Engel.

In ähnlicher Weise wirkt der Riemrücker von Wuppermann (D. R.-P. 71050), von dem in Fig. 576 nur das auf der treibenden Welle sitzende Scheibenpaar gezeichnet ist. Der Antrieb der Losscheibe wird hier nicht von der Welle, sondern von der Festscheibe aus vermittelt.

Fig. 576.



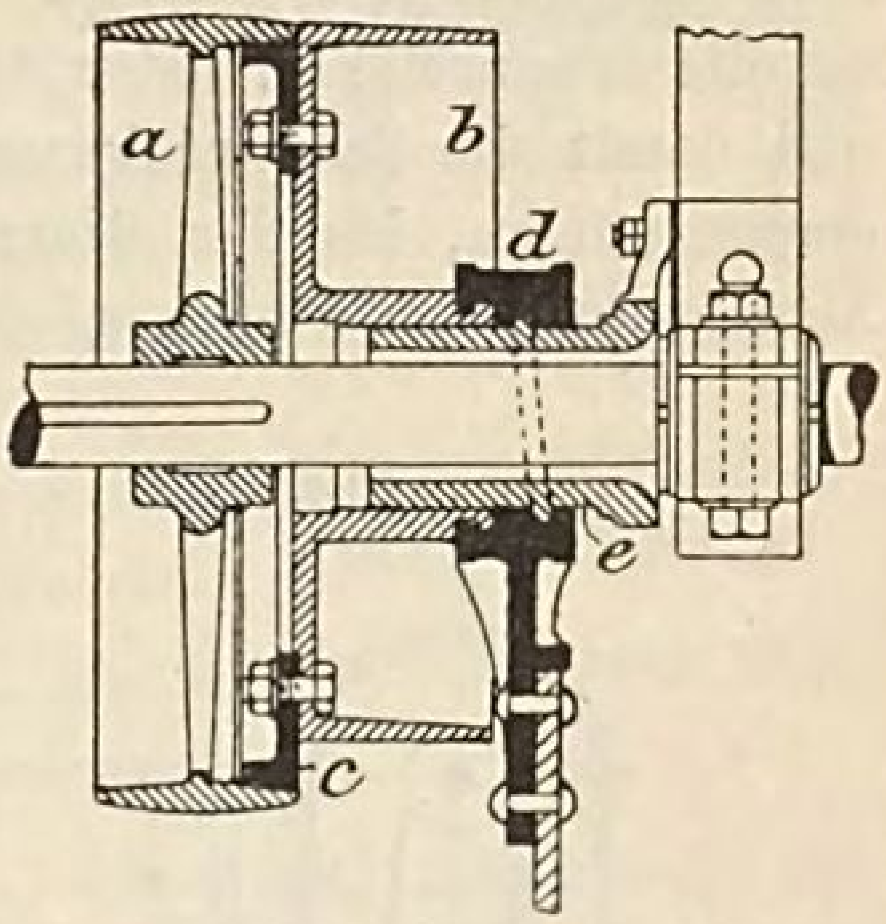
Riemeinrückung von Wuppermann.

Die Losscheibe l ist von der Wellendrehung unabhängig auf einer besonderen Buchse b drehbar gelagert (vergl. Fig. 546 bis 548). Die äusseren Ränder der Los- und Festscheibe sind kegelförmig abgedreht. Gegen diese treten je nach Erfordernis die in irgend einer Weise, hier im Gestell i, gelagerten Reibrollen ss. Das um einen Zapfen schwingende Gestell ist so schwer, dass, sofern die Reibrollen an die Kegelflächen der Riemscheiben zu liegen kommen, die Bewegung der Festscheibe auf die Losscheibe selbstthätig übertragen wird. Die Verlegung des Treibriems r erfolgt in gewöhnlicher Weise durch die Riemgabel g. — Sofern der Riemeinlauf dies gestattet, lässt sich die Wuppermann'sche Bauart dadurch vereinfachen, dass man nur eine Reibrolle anwendet und diese gegen die alsdann kegelförmig abzudrehenden Innenkanten der Riemscheiben f und l treten lässt.

Die Riemtrieb-Einrückvorrichtung von Hauck (D. R.-P. 58763), Fig. 577 (S. 635) unterscheidet sich von den vorbeschriebenen Bauarten im wesentlichen dadurch, dass hier statt der vollen eine unrunde Losscheibe zur Verwendung kommt, die um eine von der Triebwelle t unabhängig gelagerte und diese umschliessende Hülse e drehbar ist.

Etwa die Hälfte des Umfanges dieser Losscheibe b ist kegelförmig derart abgedreht, dass dieser kegelig abfallende Teil etwa die Fortsetzung des Kranzes der Festscheibe a bildet, wie dies Fig. 577 veranschaulicht. An der geschlossenen Innenseite der unrunden Scheibe ist die Kegelkupplung c befestigt, die je nach Bedarf die Festscheibe, deren Innenwand ebenfalls konisch abgedreht ist, mit der Losscheibe löst oder verbindet. — Wird mittels des Schraubenhebels d die Kupplung eingerückt, so wird b von a mitgenommen; der auf b liegende Treibriem läuft alsdann selbstthätig auf. Rückt man dagegen die Kupplung c aus, so steht die Losscheibe still, und der mit der Festscheibe konzentrisch laufende Teil von b fällt alsdann selbstthätig infolge seines Eigengewichts nach unten, so dass der abgeflachte Teil nach oben zu stehen kommt. Wird nun der Treibriem in irgend einer Weise etwa mittels Riemgabel oder dergl. auf die Losscheibe geschoben, so fällt der Riem auf den flacher gekrümmten Teil von b und verliert dadurch seine Spannung.

Fig. 577.



Riemtrieb-Einrückvorrichtung von Hauck.

Die Sicherheits-Riemausrückvorrichtungen erfüllen sämtlich den Zweck, den Treibriem während des Stillstandes der Arbeitsmaschine stillzusetzen und deren Selbsteinrückung zu verhindern. Sie ersparen Zeit, Kraft und Schmiermaterial, vermeiden die Nachteile der losen Riemscheiben, insbesondere das lästige und gefährliche Schmieren derselben, gestatten das Auflegen des Riems während des Ganges der Wellenleitung und vermindern den Verschleiss von Riemen und Wellenlagern. Es kann daher vom Stande der Unfallverhütung aus sowohl die weitere Verbreitung der bestehenden Ausrückvorrichtungen auf ruhende Scheiben, als deren weiterer Ausbau bestens empfohlen werden.

3. Riemausrückvorrichtungen durch Spannrolle. Wenn, wie S. 627 des Näheren begründet ist, alle schnellgehenden, schweren und gefährlichen Arbeitsmaschinen mit einer der unter Ziffer 1 und 2 aufgeführten Ausrückvorrichtungen versehen sein sollten, so lassen sich dieselben doch bei bestehenden Anlagen der örtlichen Verhältnisse wegen nicht immer anbringen. In solchen Fällen empfiehlt es sich, die erforderliche Ausrückvorrichtung durch Einschaltung einer Spannrolle etwa in der Weise zu bewirken, wie dies Fig. 578 und 579 (S. 636) veranschaulichen. Diese Anordnung ist an den Schmirgelscheiben einer grösseren Solinger Stahlschleiferei zur Ausführung gelangt und hat sich daselbst gut bewährt.[1])

Der Antrieb der Schmirgelscheiben a und b erfolgt von der unter dem Fussboden gelegenen Transmissionswelle w aus. Beim Stillstande der Schmirgelmaschine

[1]) Vergl. Amtliche Mitteilungen 1891, S. 174.

ruht der Treibriem t auf der Triebscheibe s_1 und hängt, wie punktiert gezeichnet ist, schlaff über die Riemscheibe der Antriebswelle w. Beide Scheiben s und s_1 sind, um das Abrutschen des Riems zu verhüten, mit Spurkränzen versehen. An der Decke befestigt ist der Winkelhebel h, der am kürzeren Arm die Spannrolle r und am längeren Arm den Handgriff g trägt. Letzterer ist mit Zahnstange und Sperrklinke versehen, um die Spannrolle in jeder Stellung feststellen zu können. — Soll der Riem eingerückt und damit die Schmirgelmaschine in Thätigkeit gesetzt werden, so wird g so lange emporgezogen, bis der Riem durch die Rolle r derart gespannt ist, dass die Kraftübertragung von s nach s_1 sicher erfolgt.

Fig. 578.

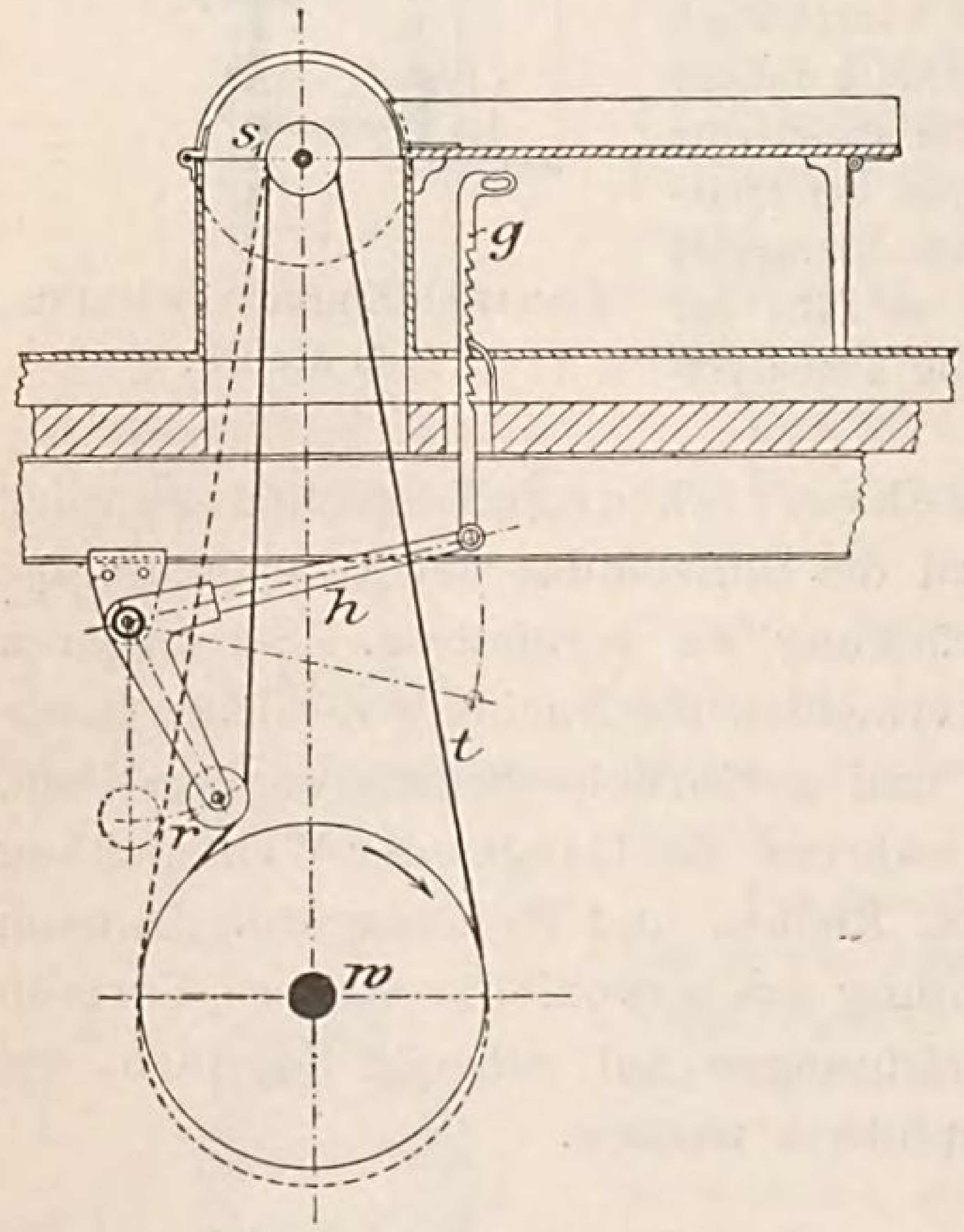
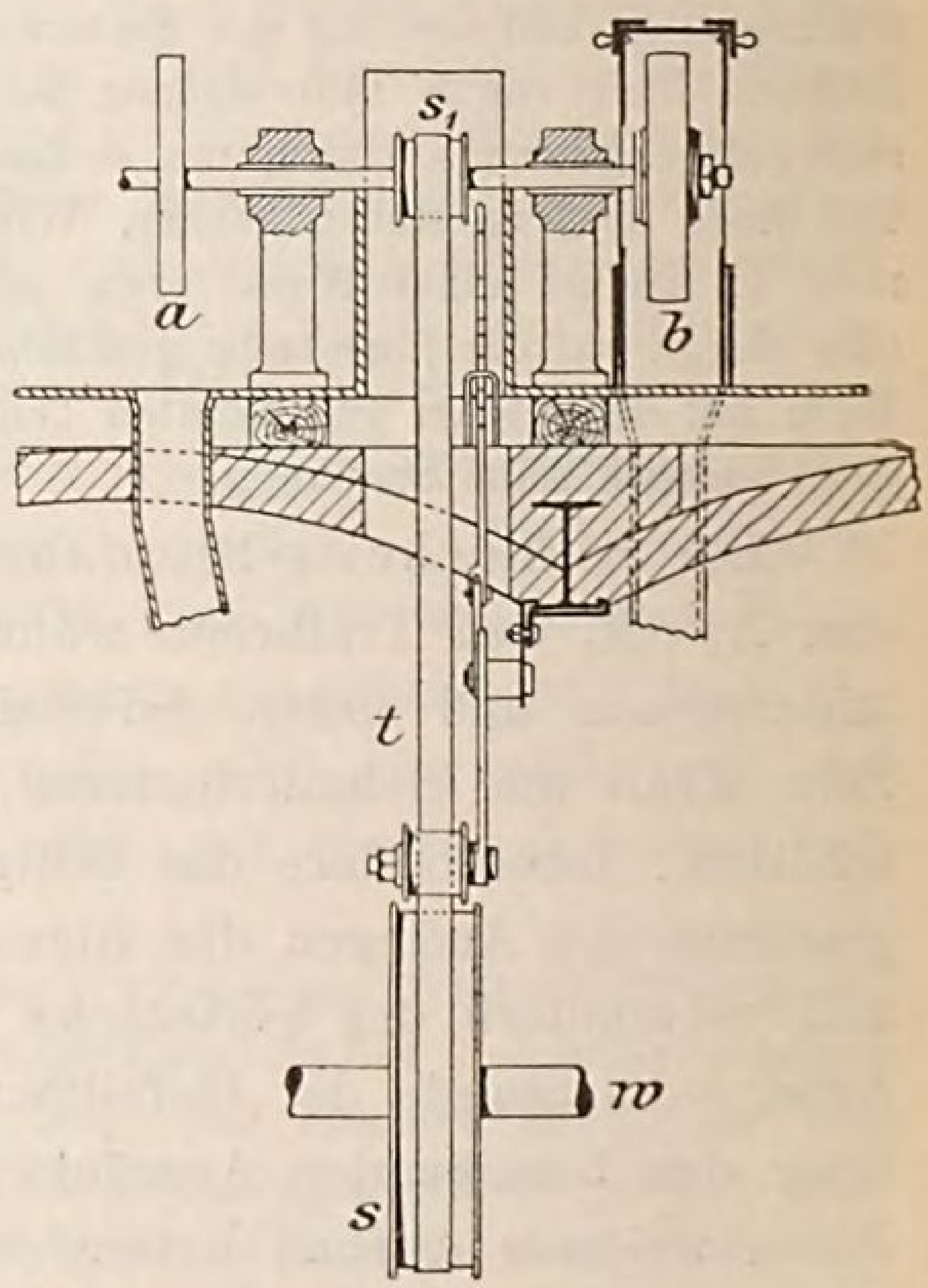


Fig. 579.



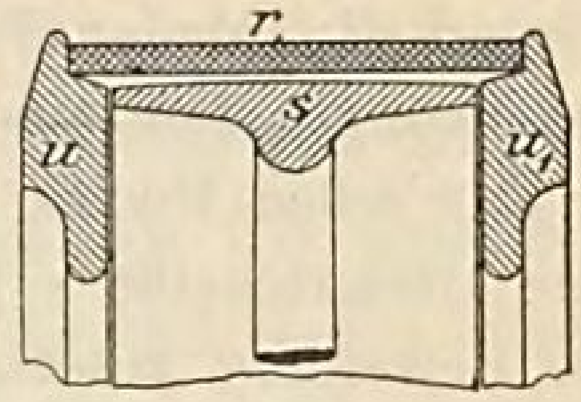
Riem-Aus- und Einrückung von Schmirgelscheiben durch Spannrolle.

Diese Anordnung hat nebenher den Vorzug, dass die Arbeit des Riemauflegers gänzlich vermieden wird und der Riemtrieb vollständig gesichert ist. — Liegt die Wellenleitung oberhalb der Arbeitsmaschine, also s über s_1, so ist die in Fig. 578 und 579 gezeichnete Anordnung der Spannrolle ohne weiteres nicht verwendbar. Vielmehr ist alsdann noch eine besondere Vorrichtung einzuschalten, die den durch Auslösen der Spannrolle schlaff gewordenen Treibriem nach oben von der Antriebsriemscheibe s abhebt.

Eine derartige Vorrichtung bietet die Riemausrückvorrichtung von Noke (D. R.-P. 74799), die im wesentlichen durch Fig. 580 (S. 637) dargestellt wird und in Verbindung mit Fig. 578 und 579 ohne weiteres verständlich ist.

In Fig. 580 bedeutet s die auf der Triebwelle befindliche Antriebscheibe, r den Treibriem, der in diesem Falle breiter als die Riemscheibe selbst sein muss; u und u_1 sind zwei auf der Triebwelle sitzende Seitenscheiben, die aussen einen Flansch und innen angedrehte Kegelflächen besitzen. Wird durch Nachlassen der Spannrolle (Fig. 578) der Riem zwischen den Treibscheiben s und s_1 gelockert und damit die Arbeitsmaschine ausser Thätigkeit gesetzt, so wird durch Zusammenschieben der beiden Seitenscheiben der Riem r von der Antriebscheibe abgehoben. Dies ist erforderlich, da sonst auch beim Stillstand der Arbeitsmaschine der auf der Antriebscheibe aufliegende, sonst aber schlaff herabhängende Treibriem sich ständig um die Antriebscheibe bewegen würde, wodurch Unfälle leicht herbeigeführt werden könnten und die nebenbei beabsichtigte Schonung des Treibriems nicht erreicht würde.

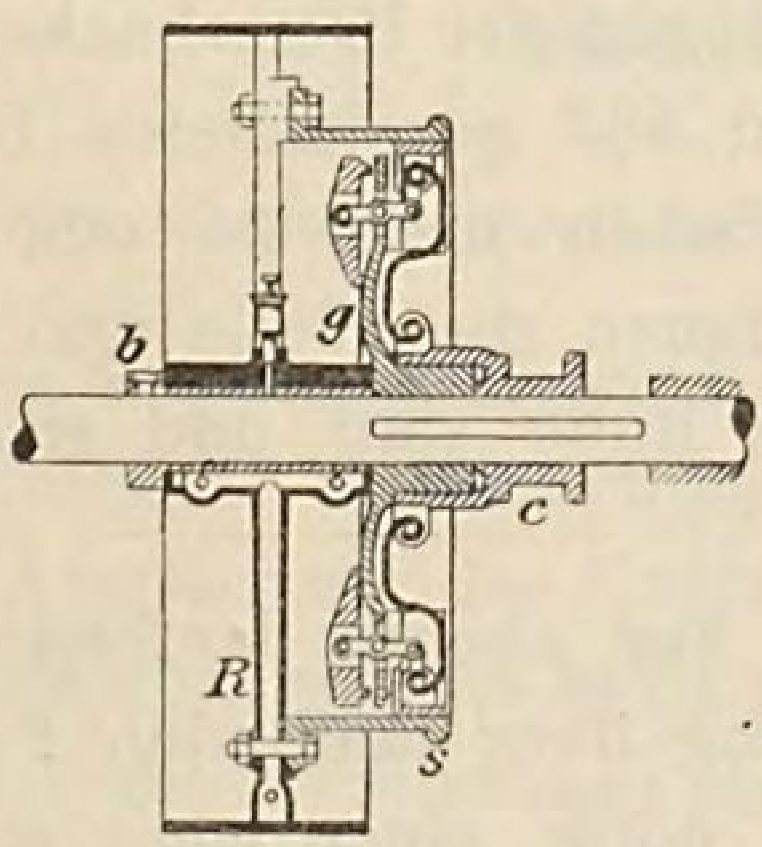
Fig. 580.



Riemausrückvorrichtung von Noke.

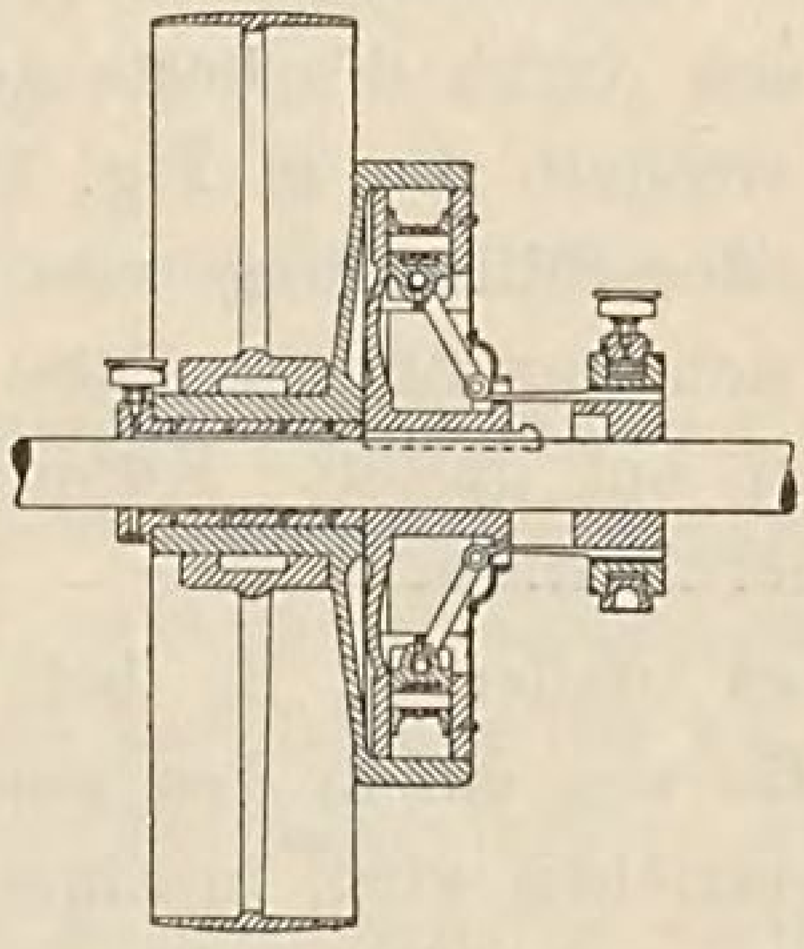
4. Riemausrückung durch Entkuppeln von Antriebscheiben. Für Treibriemen, die zu schwer sind, um seitlich verschoben werden zu können, oder die aus einem Material (Baumwolle u. s. w.) bestehen, das bei solchen Verschiebungen sehr leidet, bezw. dessen Kanten das Laufen in den Riemgabeln nicht vertragen, sowie für das Ausrücken von Seiltrieben können die bisher mitgeteilten Ausrückvorrichtungen entweder garnicht oder nicht mit Vorteil verwendet werden. In solchen Fällen werden die betreffenden Riem- oder Seilscheiben mit lösbaren Kupplungen verbunden. Fig. 581 und 582 zeigen zwei derartige Ausführungen an Riemscheiben, die ein In- und Ausserbetriebsetzen einer Welle gestatten, während die auf ihr befindliche Riemscheibe dauernd läuft, oder umgekehrt das In- und Ausserbetriebsetzen einer Riemscheibe gestattet,

Fig. 581.



Bauart der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

Fig. 582.



Bauart Wülfel.

Riemausrückungen durch Entkuppeln der Antriebsscheibe.

während die Welle dauernd läuft. Da es sich hier in der Hauptsache um die Stillsetzung des Riemtriebes handelt, so soll nur auf die letztgenannte Betriebsweise näher eingegangen werden.

In der in Fig. 581 gezeichneten Anordnung ist die S. 575 ff. beschriebene Dohmen-

Leblanc'sche Kupplung in der von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft zu Dessau ausgeführten Bauart mit einer Riemscheibe derart gekuppelt, dass die Bremsscheibe s mit den Speichen der Riemscheibe R fest verbunden ist, während die Armkreuze g und die längs der Welle verschiebbare Hülse c mittels Federkeil auf der Welle befestigt sind. Die Riemscheibe ist von der Wellendrehung unabhängig auf einer zwischen Welle und Riemscheibennabe eingeschalteten Lünnemann'schen Buchse b (s. S. 563) gelagert. Wird die Kupplung eingerückt, so wird die Bremsscheibe s und mit ihr die Riemscheibe und der auf ihr gelagerte Treibriem in Bewegung gesetzt. Beim Ausrücken der Kupplung kommen diese Teile wieder zum Stillstand. Auf diese Weise lassen sich die schwersten Riem- oder Seiltriebe leicht und bequem in oder ausser Betrieb setzen. — Abgesehen von der infolge der Verbindung mit den Riemscheibenspeichen anders gestalteten Bremsscheibe s, weicht die in Fig. 581 skizzierte Ausführung von der in Fig. 416 veranschaulichten Bauart noch insofern ab, als sich im Innern der Kupplung eine besondere Vorrichtung befindet, die den Zweck hat, die Fliehkraft der stetig mit der Betriebswelle in Drehbewegung befindlichen Bremsklötze durch Gegengewicht aufzuheben.

In ähnlicher Weise hat die Auswuchtung der bremsenden Halbringe d (vergl. Fig. 418) bei der Oeser'schen Kupplung zu erfolgen. Fig. 582 zeigt die Verbindung dieser Kupplung mit einer Riemscheibe in der vom Eisenwerk Wülfel bei Hannover ausgeführten Bauart. Bei dieser ist die Riemscheibe auf der verlängerten Nabe der Kuppelscheibe k befestigt, die ihrerseits wieder, wie bei der vorbeschriebenen Bauart, auf einer eingeschobenen Lünnemann'schen Buchse läuft.

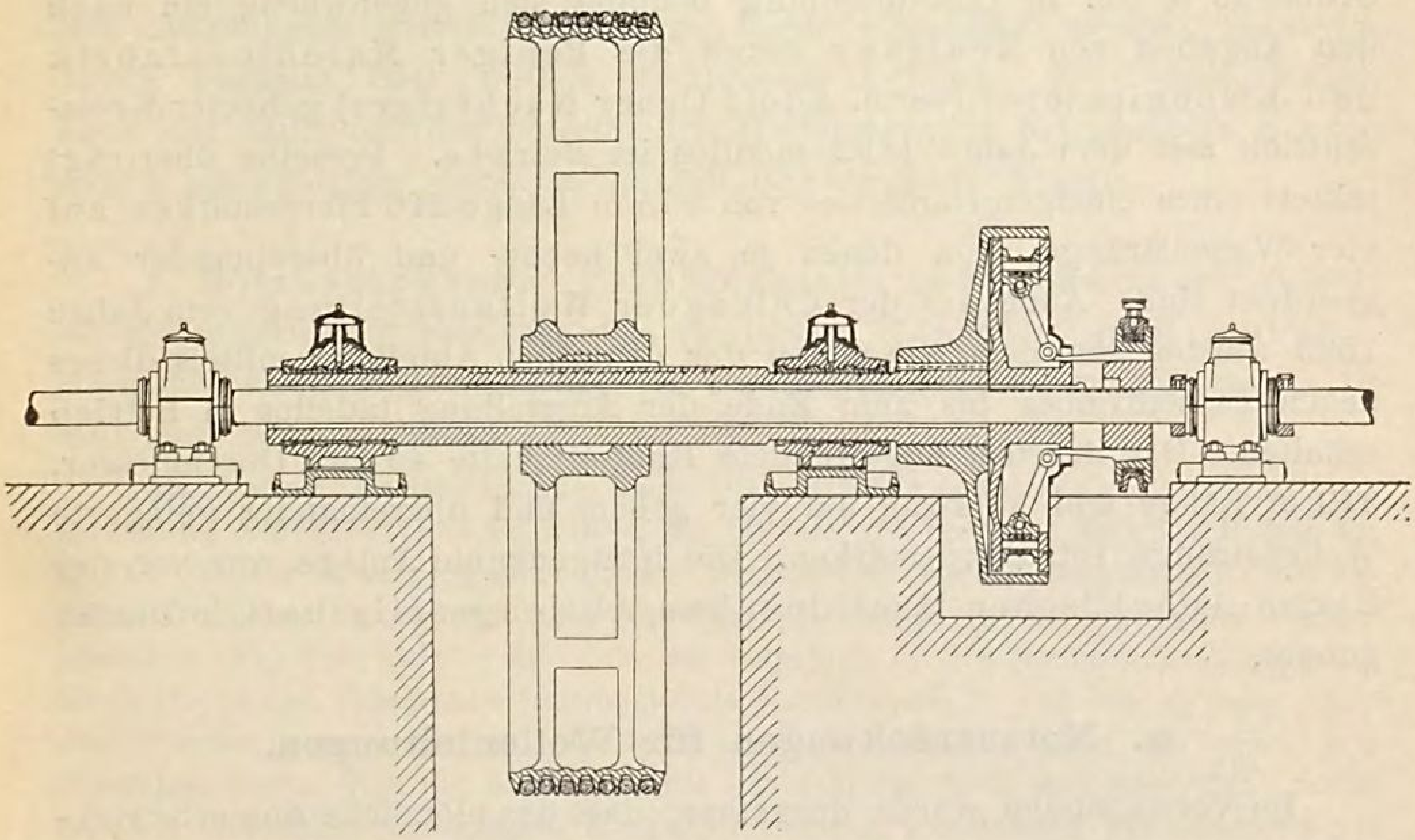
Die Auswuchtungsvorrichtungen sind für die Erhaltung der Funktionsfähigkeit der Kupplung von hohem Wert und besonders dann unbedingt erforderlich, wenn die Betriebswelle hohe Umlaufsgeschwindigkeiten hat, da sonst die vermehrte Fliehkraft der Bremsbacken dauernd einen schädlichen Druck auf den Ausrückring ausübt, die Reibung zwischen Welle und Kupplung vermehrt und dadurch schnelle Abnutzung und Verlust an Leistung hervorrufen würde. Ganz lassen diese Nachteile auch durch die beste Auswuchtung der Bremsbacken sich nicht vermeiden, weshalb die in Fig. 581 und 582 gezeichneten Bauarten für den Zweck der Stillsetzung von Riemtrieben nicht zu empfehlen sind. Sie eignen sich nur für die Fälle, in denen die Welle und mit ihr die Bremsbacken bei gelöster Kupplung in Ruhe sind und sich die Riemscheibe dauernd dreht.

Wird es daher z. B. bei einer nur abends laufenden Dynamomaschine, die von einem den ganzen Tag über laufenden Fabrikwellenstrange angetrieben wird, in Einzelfällen nötig, einen sonst stillstehenden schweren Riem- oder Seiltrieb zeitweise anzutreiben, so empfiehlt sich die Verbindung der Riem- bezw. Seilscheibe mit einer hohlen Welle.

Fig. 583 (S. 639) zeigt eine solche Bauart, wie sie das Eisenwerk Wülfel bei Hannover zur Ausführung bringt. Die Seilscheibe, an deren Stelle ebensogut eine Riemscheibe gesetzt werden könnte, sitzt auf einer für sich gelagerten und mit der Kuppelscheibe verbundenen hohlen Welle, deren Lager den Seil- bezw. Riemzug aufnehmen und dadurch die massive, sich ständig drehende Betriebswelle entlasten.

Diese Konstruktion ist technisch die vollkommenste aller Wellenkonstruktionen. Sie eignet sich sowohl als Antriebsvorrichtung für Aushilfsmaschinen, die stets bereit sein müssen die volle Betriebskraft in dem Augenblicke herzugeben, in dem die Hauptmaschine aus irgend einem Grunde abgestellt werden muss, als auch für die In- und Ausserbetriebsetzung ganzer Fabrikabteilungen. Bei dieser Bauart ist es gleichgiltig, ob die massive Welle sich immerwährend dreht und die Scheibe andauernd steht oder umgekehrt. Als Ausrückvorrichtung für ganze Wellenstränge ist letztere Betriebsweise anzuwenden. Mittels der Riem- oder Seilscheibe und der

Fig. 583.



Ausrückvorrichtung einer Seilscheibe mit hohler Welle mittels Kupplung.

eingerückten Kupplung K wird die massive Welle dauernd angetrieben. Soll im Notfalle die Wellenleitung plötzlich still gesetzt werden, so bedarf es nur der Ausrückung der Kupplung K, und der gefahrbringende Wellenstrang kommt sofort zum Stillstande, da gleichzeitig die auf der hohlen Welle h wirkenden Schwungmassen der Antriebsmaschine und der Antriebsscheibe S ihres Einflusses auf die Betriebswelle w verlustig gehen. Diese Anordnung gestattet die Verwendung der breitesten und schwersten Riemen und ist die einzige praktische Notausrückung für Wellenstränge, die durch Seiltriebe angetrieben werden. Die Auslösung wie die Wiederinbetriebsetzung des Wellenstranges erfolgt jederzeit und bei jeder Wellengeschwindigkeit leicht und sicher. Einer Verlegung des Treibriems oder des Treibseils bedarf es hierbei nicht.

Durch diese Ausrückvorrichtung ist es auch möglich geworden, bei den immer mehr Aufnahme findenden sogenannten Kreisseiltrieben die einzelnen Wellenstränge für sich ausrückbar zu gestalten. Bei diesen durch Reuleaux in die Praxis eingeführten Seiltrieben wird ein einziges Seil verwendet, das so oft um die verschiedenen Antriebscheiben der einzelnen Hauptwellenstränge geschlungen wird, als sonst einzelne Seile notwendig sein würden.

Selbstverständlich können derartige Einseiltriebe ebensogut für die Verteilung der Betriebskraft auf nebeneinander als auf übereinander liegende Wellenstränge verwendet werden. In der Fabrik von Gebr. Siemens & Co. in Charlottenburg befindet sich gegenwärtig ein nach den Angaben von Reuleaux durch die Peniger Maschinenfabrik und Eisengiesserei (vorm. Adolf Oeser Nachfolger) gebauter Kreisseiltrieb seit dem Jahre 1892 tadellos im Betriebe. Derselbe überträgt mittels eines einzigen Hanfseiles von 275 m Länge 210 Pferdestärken auf vier Wellenstränge, von denen je zwei neben- und übereinander angeordnet sind. Auch auf der Chicagoer Weltausstellung vom Jahre 1893 wurden sämtliche Maschinen der deutschen Abteilung mittels dieses neuen Einseiltriebes bis zum Ende der Ausstellung tadellos in Betrieb erhalten. Das daselbst angewendete Hanfseil hatte 45 mm Durchmesser, 510 m Länge und übertrug auf vier neben- und übereinander gelagerte Wellenstränge 150 Pferdestärken. Die letztgenannte Anlage war von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Dessau gebaut.

g. Notausrückungen für Wellenleitungen.

Im Vorstehenden wurde dargethan, dass das plötzliche Ausserbetriebsetzen ganzer Wellenstränge am zweckmässigsten durch das Entkuppeln der Hauptantriebscheiben erfolgt. Um die Einleitung der Entkupplungsarbeit möglichst schnell zu bewirken, liegt der Gedanke nahe, die vorerwähnten Ausrückvorrichtungen so zu gestalten, dass es jedem Arbeiter im Falle der Gefahr möglich ist, von seinem jeweiligen Standorte aus die betreffende Wellenleitung schnell und sicher ausser Betrieb zu setzen. Für derartige Ausrückvorrichtungen habe ich z. Z. den Namen „Notausrückungen“ in Vorschlag gebracht. Diese „Notausrückungen“ lassen sich einteilen in solche

für Arbeitsmaschinen,
für Kraftmaschinen und
für Wellenleitungen.

Des beschränkten Raumes wegen sollen nur die zuletzt genannten in wenigen Beispielen kurz besprochen werden.

Die Kraftübertragung auf Wellenleitungen, bezw. des einen Wellenstranges auf den andern, geschieht durch Zahnräderpaare, Riemtriebe oder Kupplungen. Die Verwendung der Rädertriebe für Fern- und Notausrückungen dürfte wohl kaum jemals versucht worden sein. Für Riemtriebe sind derartige Ausführungen zwar gemacht worden, jedoch mit zweifelhaftem Erfolge; die Notausrückung durch Verschiebung des Treibriems auf die Leerscheibe wird sich zweckmässiger auf die plötzliche Ausserbetriebstellung langer oder besonders gefährlicher Arbeitsmaschinen zu beschränken haben. In erster Linie kommen demnach Fern- und Notausrückungen mittels lösbarer Kupplungen in Betracht, und sollen diese daher an dieser Stelle allein berücksichtigt werden. Die Ausrückung der Wellenstränge kann eingeleitet werden entweder durch Zugseile oder mittels elektrischer Leitung. In beiden Fällen kann der Stillstand des betreffenden Wellenstranges beschleunigt werden durch Einschaltung einer besonderen Bremsvorrichtung.

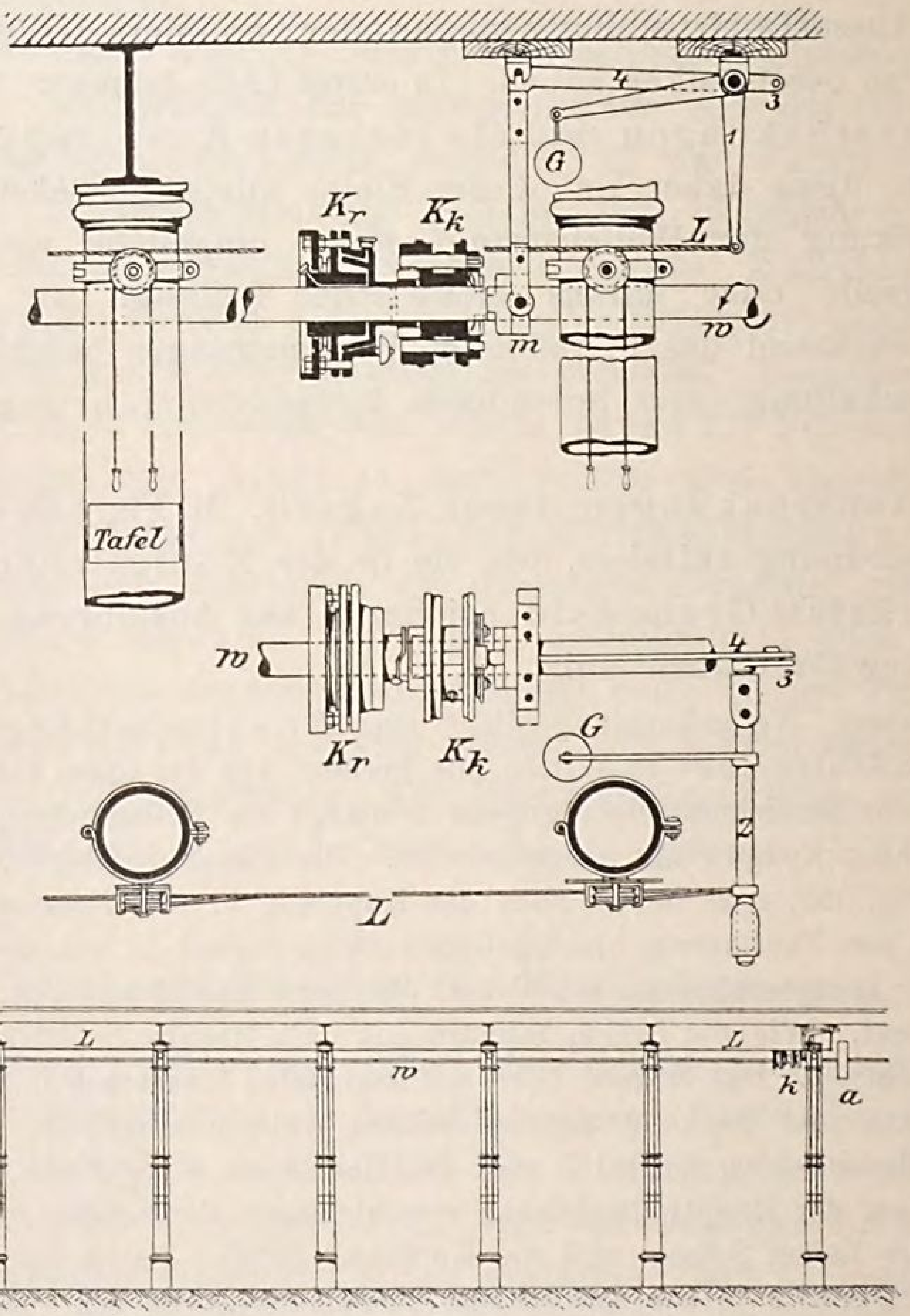
1. Notausrückungen durch Zugseil. In Fig. 584 bis 586 (S. 642) ist eine Anordnung skizziert, wie sie in der Königlichen Eisenbahn-Hauptwerkstatt Grunewald bei Berlin zur Ausführung gekommen ist und sich bewährt haben soll.

Als lösbare Wellenkupplung dient eine Klinken-Reibungskupplung von Lohmann & Stolterfoht in Witten, die insofern von der sonst üblichen Bauart abweicht, als zur Erreichung einer grossen Baulänge die Reibungskupplung K_r von der Klinkenkupplung K_k getrennt ausgeführt ist. Die Hauptantriebscheibe a der Wellenleitung w (Fig. 586) sitzt in der Nähe der Kupplung k. Die Notausrückung geschieht durch das in den Fabrikraum hineingeleitete Hauptzugseil L, von dem an jeder Säule zwei Schnüre herunterhängen, von denen die linke zum Ausrücken, die rechte zum Einrücken dient. Wie die beiden Schnüre mit dem Hauptseil verbunden sind, macht Fig. 584 ersichtlich. Das Zugseil L ist mit dem Hebel 1 verbunden, der seinerseits fest auf einer unter der Decke gelagerten kurzen Welle 2 aufgekeilt ist. Mit der auf gleicher Welle sitzenden Kurbel 3 wird das Hebelwerk 4 angelenkt, welches die Bewegung des auf der Hauptwellenleitung verschiebbaren Gleitmuffs vermittelt. — Durch Ziehen an der linken Schnur wird die Kupplung gelöst. Damit man nun nicht nötig hat, die linke Schnur in der Ausrücklage festzuhalten, was das auf der Welle 2 angebrachte Gewicht G bedingen würde, ist an der letzten Säule, bis zu welcher das Hauptseil geht, das Gegengewicht G_1 angebracht, durch das die Kupplung in der ausgerückten Lage festgehalten wird. Durch Ziehen an der rechts hängenden Schnur kann das Gegengewicht G_1 angehoben werden und dadurch das Gewicht G wieder zur Wirkung kommen, das alsdann selbstthätig das Einrücken der Kupplung durch Verschieben des Gleitmuffs nach rechts wieder herbeiführt. Die links hängende Zugleine ist in der Ausführung rot, die rechte weiss angestrichen. Um Verwechselungen der nebeneinander hängenden Schnüre vorzubeugen, sind ausserdem in der Höhe der Schnurgriffe rot angestrichene Blechschilder mit der Inschrift angebracht: „Durch Anziehen der roten Leine wird die Wellenleitung zum Stillstand gebracht. Unbefugte Benutzung wird bestraft."

Statt der hier verwendeten Klinken-Reibungskupplung kann auch eine andere leicht lösbare Kupplungsart zur Anwendung kommen.

In Fig. 587 bis 591 (S. 643) ist eine Notausrückung mit Bremswirkung gezeichnet, wie sie in der Königlichen Eisenbahn-Hauptwerkstatt Erfurt zur Ausführung gekommen ist. Wie bei der Erfindung des

Fig. 584 bis 586.



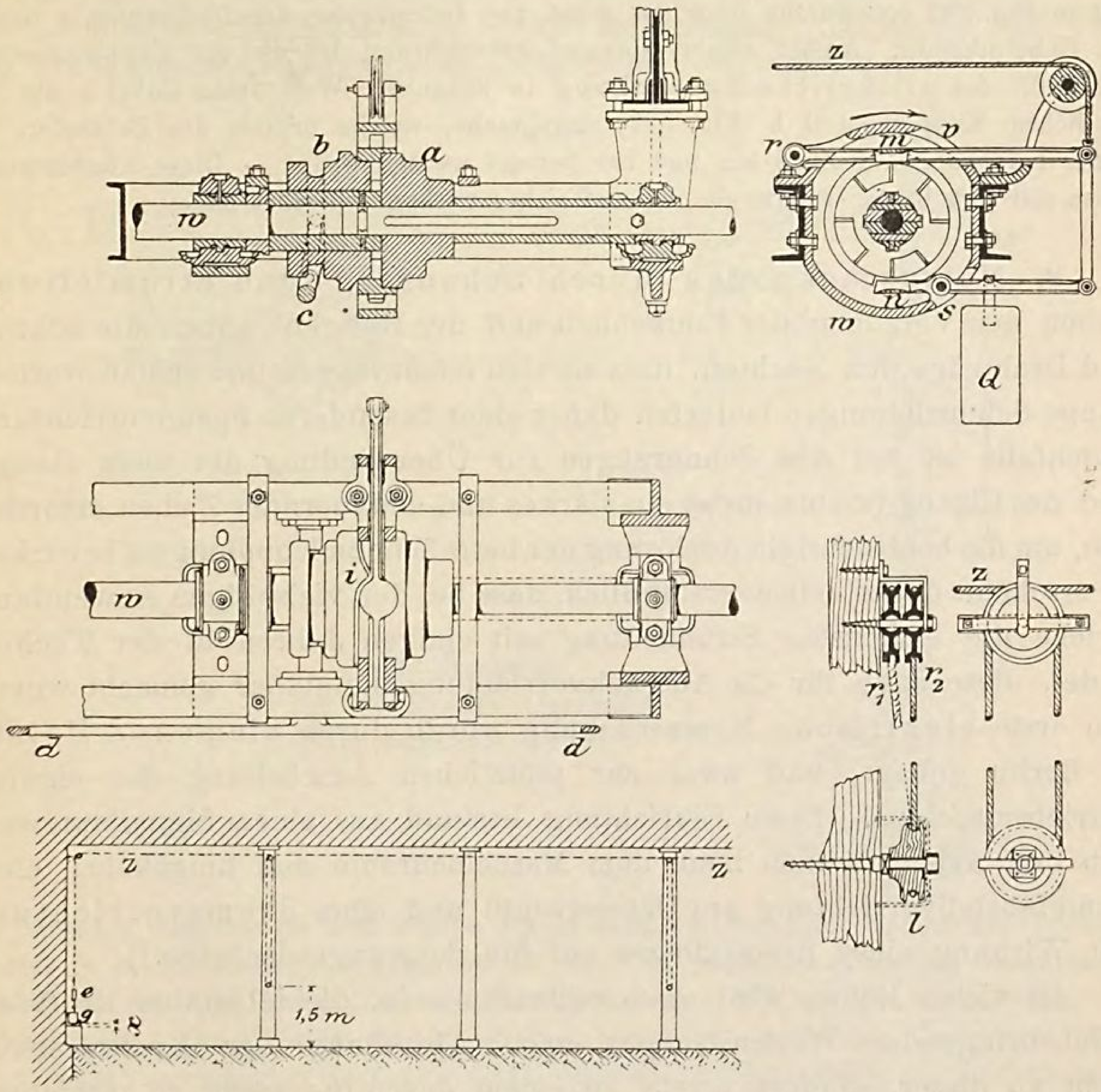
Notausrückung in der Königlichen Eisenbahn-Hauptwerkstatt Grunewald.

Fabrikinspektors Edler von Rosthorn (s. S. 570) wird die Bremsung der Wellenleitung dadurch erreicht, dass man die Schwungkraft der Triebwerksmassen zur Entkupplung benutzt und dadurch die in der Wellenanlage aufgespeicherte Kraft vernichtet. Eine Bremse hat die soeben beschriebene Ausrückvorrichtung nicht.

Das Rosthorn'sche Schraubengewinde ist hier durch einen anders geformten Kurvengang ersetzt. Der verschiebbare Teil b der Klauenkupplung (Fig. 587) ist an der dem festen Kupplungsteil zugekehrten Seite mit einem kurvenförmig gestalteten

Bunde versehen, dessen Form die Skizze der oberen Ansicht (Fig. 588) zeigt. Durch den im Querschnitt gezeichneten, um die festen Punkte r und s drehbaren Hebelrahmen können die Pratzen m und n gleichzeitig in oder ausser Eingriff mit der Kupplung gebracht werden, je nachdem der Rahmen die gezeichnete Stellung einnimmt oder mittels der durch den ganzen Arbeitsraum gehenden Zugleine z so weit als möglich nach oben gezogen wird. Bei regelrechtem Betriebe ist stets die letztere Stellung die

Fig. 587 bis 591.



Notausrückung in der Königlichen Eisenbahn-Hauptwerkstatt Erfurt.

maassgebende. — Die Wirkungsweise der Notausrückung ist folgende: Die Zugleine z wird an jeder zweiten Fabriksäule über drei Rollen (Fig. 591) geführt, von denen die beiden gekuppelten Rollen r_1 und r_2 nahe der Decke gelegen, die untere lösbare Rolle l 1,5 m vom Fussboden entfernt an den Säulen befestigt ist. Die Schnurführung geschieht derartig, dass die von der Kupplung kommende Leine zunächst über r_1, dann über l und weiter über r_2 zum nächsten Rollensatze geführt wird. Am Ende der Zugleine z (Fig. 589) ist ein Spanngewicht g und ausserdem die Regulierschraube e angebracht; die letztere wird benutzt, um den Abstand x des Gewichts von seiner Auflage nicht kleiner als 20 mm werden zu lassen. Gewöhnlich wird dieser Abstand zwischen 40 und 20 mm reguliert. Die untere Rolle l, auf einer besonderen Messing-

hülse leicht gelagert, ist durch einen auf Feder gespannten Bügel gehalten. Soll nun im Falle der Not der gefahrbringende Wellenstrang sofort zum Stillstand gebracht werden, so wird das an der zunächst gelegenen Säule befestigte Zugseil erfasst und die leicht lösliche Rolle l herausgerissen (Fig. 591). Alsdann fällt der Rahmen durch die eigene Schwere, beschleunigt durch das Gewicht Q, nach unten; die bisher ausser Eingriff gewesenen Pratzen m und n greifen in die von der kurvenförmigen Form des Bundes freigelassene Rinne i und drücken spätestens nach einmaliger Wellenumdrehung die bewegliche Kupplungshälfte bei Seite. Der gefahrbringende Wellenstrang ist gelöst. Der in Fig. 590 ersichtliche Ring vw dient zur Befestigung der Drehzapfen r und s des Hebelrahmens. Ausser dieser Notausrückvorrichtung ist an der Kupplungsstelle selbst für die alltägliche Ausrückung in bekannter Weise eine Gabel c am beweglichen Kupplungsteil b (Fig. 587) angebracht, welche mittels des Balanciers dd durch herabhängende Züge hin und her bewegt werden kann. — Diese Ausführungsweise soll sich in der Praxis als gut und sicher wirkend bewährt haben.

2. Notausrückungen durch Schnurzug und Stromleitung. Neben den Vorzügen der Einfachheit und der Billigkeit haben die Schnur- und Drahtzüge den Nachteil, dass sie sich leicht längen und schlaff werden. Lange Schnurleitungen bedürfen daher einer besonderen Spannvorrichtung. Jedenfalls ist bei den Schnurzügen zur Überwindung des toten Ganges und des Eigengewichts meist ein starkes und andauerndes Ziehen erforderlich, um die beabsichtigte Auslösung der betreffenden Kupplung zu bewirken. Es erscheint daher selbstverständlich, dass bei der vielseitigen Anwendung, welche die elektrische Stromleitung seit einigen Jahren in der Technik findet, diese auch für die Ausrückvorrichtungen nutzbar gemacht wurde. Die erste elektrische Notausrückung wurde durch Siemens & Halske in Berlin gebaut, und zwar zur plötzlichen Ausrückung der eigenen Betriebsmaschine. Diese Einrichtung bestand aus einem Signalläutewerk von den Arbeitsräumen nach dem Maschinenraum und umgekehrt, einer Dampfabstellvorrichtung am Drosselventil und einer Bremsvorrichtung mit Wirkung eines Bremsklotzes auf die Schwungradscheibe.[1])

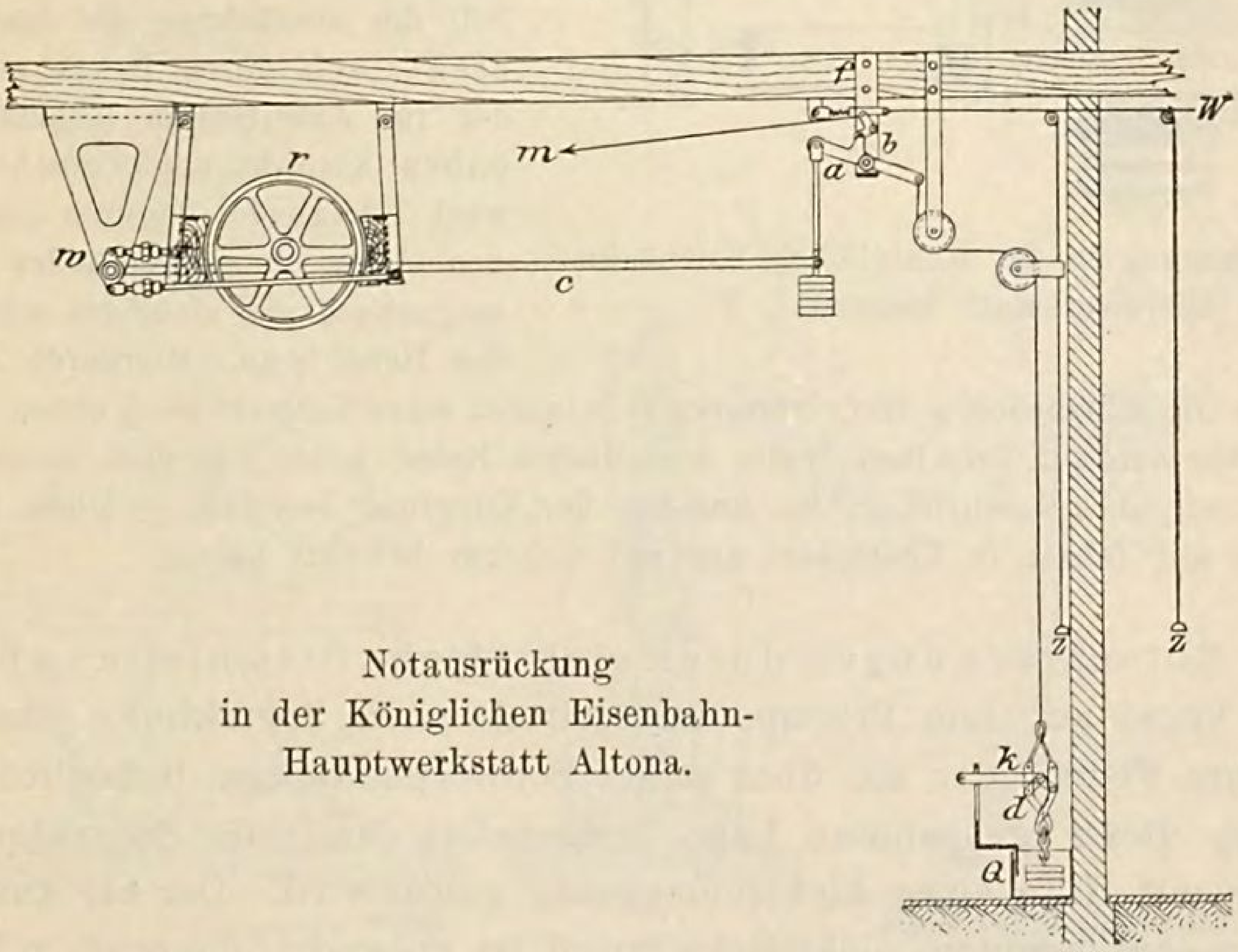
In vielen Fällen wird es vorteilhafter sein, die lebendige Kraft des gefahrbringenden Wellenstranges nach Abstellung der Kraftmaschine nicht an dieser, sondern direkt an jenem durch Bremsung zu vernichten. Eine derartige Anordnung ist in der Königlichen Eisenbahn-Hauptwerkstatt Altona ausgeführ.

Die Anordnung der zweiseitig auf die Riemscheibe r wirkenden Bremse (Fig. 592, S. 645) ist die gleiche, wie solche bei den Eisenbahnwagen gebräuchlich ist. Die Bremsscheibe wird am besten in der Nähe der Betriebsmaschine in die Hauptwellenleitung eingeschaltet. Auf der Bremswelle w sitzen die Hebel für die Bremszug- bezw. Druckstangen, welche das Anziehen der an Hängeeisen befindlichen Bremsklötze bewirken. Auf

[1]) Eine eingehende Beschreibung dieser elektrischen Notausrückung befindet sich in der Zeitschrift „Die Berufsgenossenschaft“ 1889.

der gleichen Welle sitzt der lange, durch Gewicht belastete Hebel c, welcher vermittels der beiden Hebel a und b durch die Spiralfeder f und das Gegengewicht in der gezeichneten Ruhestellung erhalten wird. Die Drahtleitung m führt zum Dampfeinlassventil der Betriebsmaschine, die entgegengesetzt gerichteten Drahtzüge W führen nach allen denjenigen Punkten der Werkstatt, von denen aus die Bremswirkung der Hauptwellenleitung ermöglicht werden soll. Wird nun an einem der frei an verschiedenen Stellen der Arbeitsräume hängenden Griffe z z gezogen, so wird die Sperrung der Spiralfeder f überwunden, die beiden Winkelhebel a und b haken aus, und der alsdann herabfallende Gewichtshebel c bewirkt die Bremsung. Gleichzeitig wird durch den weiter gehenden Drahtzug m das Abstellen der Betriebsmaschine veranlasst. — Um

Fig. 592.



Notausrückung
in der Königlichen Eisenbahn-
Hauptwerkstatt Altona.

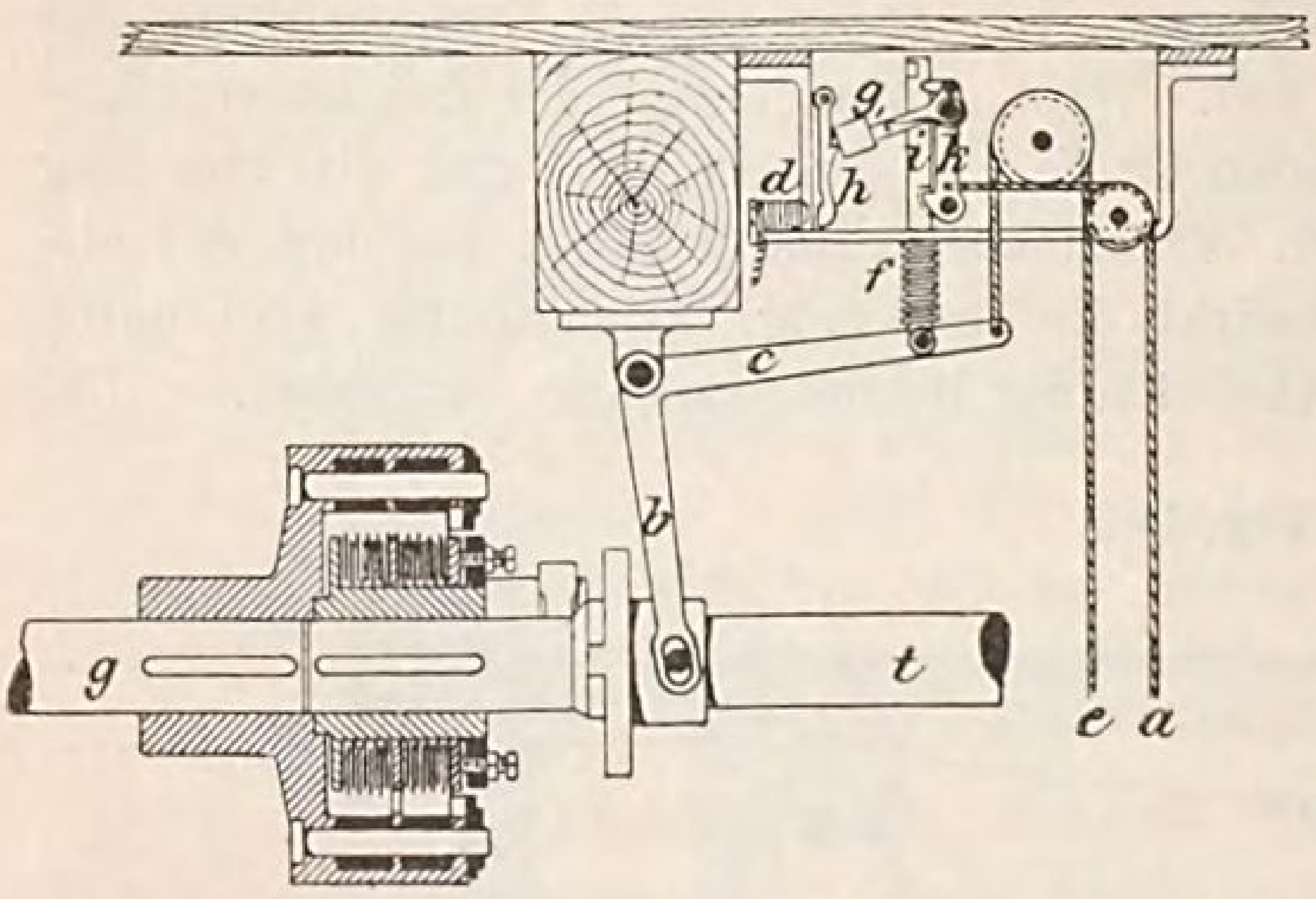
zu verhüten, dass die bis zum Beginn des Bremsens während des Sinkens des Gewichtshebels in dem letzteren sich ansammelnde Kraft zu gefährlichen Stössen Veranlassung giebt, ist mit dem freien Ende des Gewichtshebels c eine Ausgleichvorrichtung d verbunden. Diese besteht im wesentlichen aus einer eigenartigen Zange und einem in derselben angehängten Gegengewicht Q, welches beim Niedersinken des Gewichtshebels gehoben werden muss und so bemessen ist, dass an dem freien Ende des ausgelösten Gewichtshebels noch ein kleines zu seinem sicheren Sinken hinreichendes Übergewicht zur Wirkung kommt. Damit jedoch in dieser tiefsten Lage während des Bremsens das Fallgewicht wirkt, wird im Augenblick der beginnenden Bremsung das Fallgewicht ausgelöst. Zu diesem Zwecke ist die Zange mit dem Kniehebel k verbunden, der rechtzeitig durch Anschlagen an eine Hubbegrenzung das Öffnen der Zange herbeiführt.

Eine Vereinigung des Schnurzuges mit der elektrischen Ausrückvorrichtung ohne Bremswirkung ist in der Königlichen Eisenbahn-Hauptwerkstatt Stargard i. P. ausgeführt (Fig. 593, S. 646).

Zur löslichen Verbindung der beiden Wellenstränge g und t, von denen letzterer der treibende Wellenstrang ist, dient die Gawron'sche Lamellen-Reibungskupp-

lung. Das Ein- und Ausrücken derselben geschieht mittels des Winkelhebels b c, dessen Schenkel b die mit Zapfen versehene Ausrückmuffe gabelförmig umfasst, während am Ende des Schenkels c die Schnur zum Einrücken der Kupplung befestigt ist. Letzteres geschieht einfach durch Zug am Seil e. Die Ausrückung erfolgt für gewöhnlich von Hand durch Zug am Seil a; hierdurch wird die Klinke k vom Stift i gelöst und drückt die gespannte Feder f den Hebelarm c nach unten, dadurch das Ausrücken der Kupplung bewirkend. Soll die Ausrückung für den Notfall elektrisch durch Druck auf einen der im Arbeitsraum mehrfach verteilten Kontaktknöpfe geschehen, so wird infolge des dadurch geschlossenen elektrischen Stromes der Anker d magnetisch und zieht den schwingenden Hebel h an. Hierdurch wird die Nase des Gewichtshebels g frei, letzterer fällt durch seine Schwere nach unten und löst gleichzeitig den auf derselben Welle befindlichen Hebel k aus, so dass nunmehr die Feder f, wie oben beschrieben, das Auslösen der Kupplung bewirkt. — Diese Ausrückweise ist seit Jahren in Thätigkeit und soll sich gut bewährt haben.

Fig. 593.



Notausrückung in der Königlichen Eisenbahn-Hauptwerkstatt Stargard i. P.

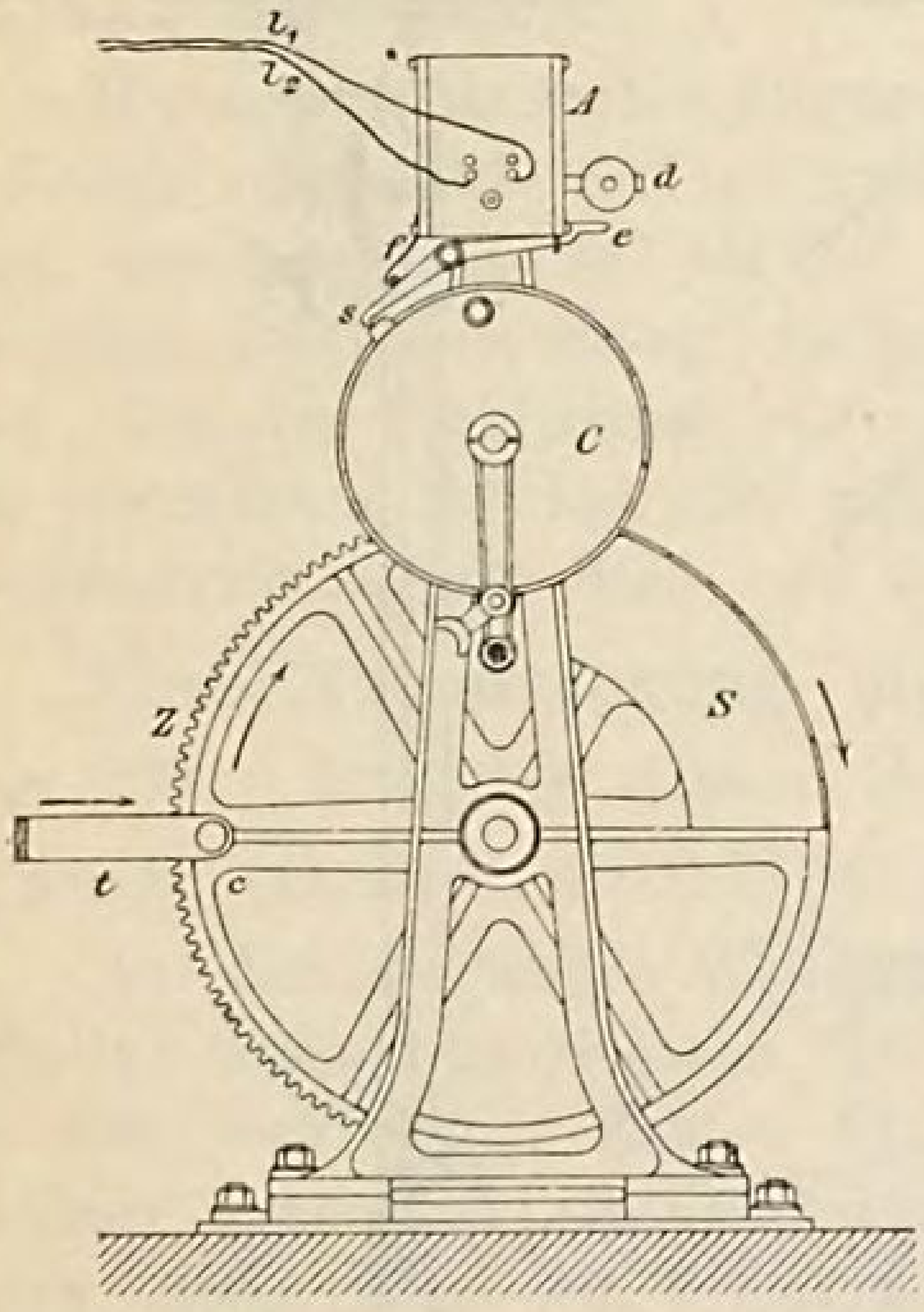
3. Notausrückungen durch elektrische Stromleitung beruhen in der Regel auf dem Prinzip, dass mittels einer Sperrklinke eine stark gespannte Feder oder ein über seiner Schwerpunktslage befindliches Gewicht in dieser gespannten Lage festgehalten und die Sperrklinke im Notfalle mit Hilfe eines Elektromagneten gelöst wird. Der zur Auslösung des Magneten benutzte elektrische Strom ist entweder dauernd in Thätigkeit oder er wird nur im Augenblick des Ausrückens eingeschaltet. Im ersteren Falle unterbricht man den Strom, wenn die Kupplung ausgelöst werden soll, im letzteren Falle schaltet man ihn zu diesem Zwecke erst ein. Die erstere Anordnung (der Ruhestrom) ist zwar kostspieliger, da hier dauernd Strom verbraucht wird, sie ist aber dafür auch wesentlich sicherer, da sich jede Unregelmässigkeit in der Stromleitung sofort durch selbstthätiges Einrücken der Kupplung bemerkbar macht, während bei der letzteren Anordnung der Fall nicht ausgeschlossen ist, dass im Falle der Gefahr die elektrische Leitung nicht funktioniert. Es sollte daher vorgeschrieben werden, für solche Notausrückungen nur den Ruhestrom oder doppelte Leitungen zu verwenden.

Notausrückung ohne Bremsvorrichtung. Fig. 594 und 595 (S. 647) stellen in Vorder- und Seitenansicht eine elektrische Ausrückvorrichtung in gespanntem Zustande dar, wie sie das Eisenwerk

Wülfel bei Hannover für ihre S. 578 beschriebenen Reibungskupplungen verwendet.

A ist der auf dem Bockgestell des Räderpaares a b montierte elektromagnetische Auslösungsapparat, l_1 l_2 sind die von der Batterie durch die Arbeitsräume gehenden Leitungsdrähte. S ist das den Kupplungshebel mittels der Zugstange t umstellende Gewicht; dieses ist am Umfange des Rades b befestigt, das nur an der mit Z bezeichneten Seite Zähne besitzt, die in das Stirnrad a eingreifen, welches mit der Zentrifugalbremse C und der Kurbel k fest auf der Welle w sitzt. — Die Wirkungsweise ist unter der Annahme, dass der Apparat mit Ruhestrom arbeitet, folgende: Wird irgend einer der im Arbeitsraum verteilten Druckknöpfe gedrückt, so wird der elektrische Strom unterbrochen, der Anker d des Elektromagneten fällt ab, schlägt auf die

Fig. 594.



Eisenwerk Wülfel.

Fig. 595.

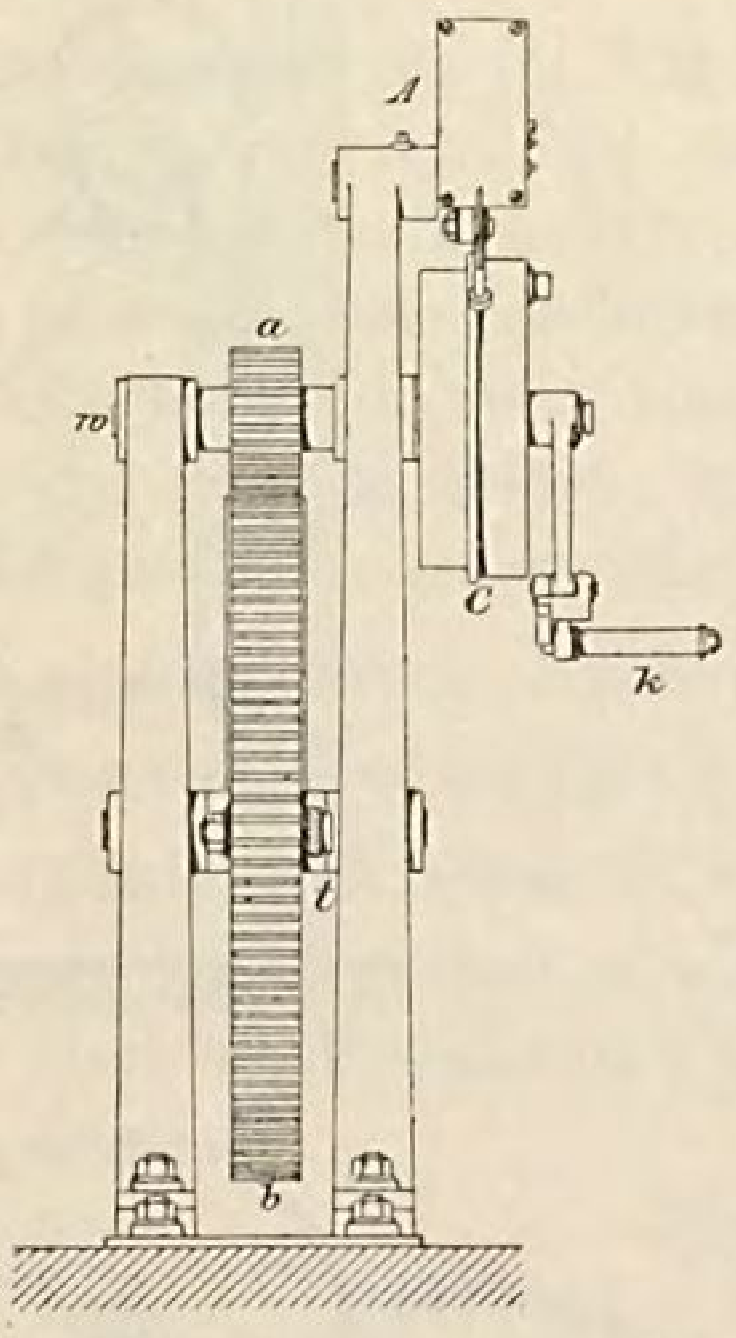
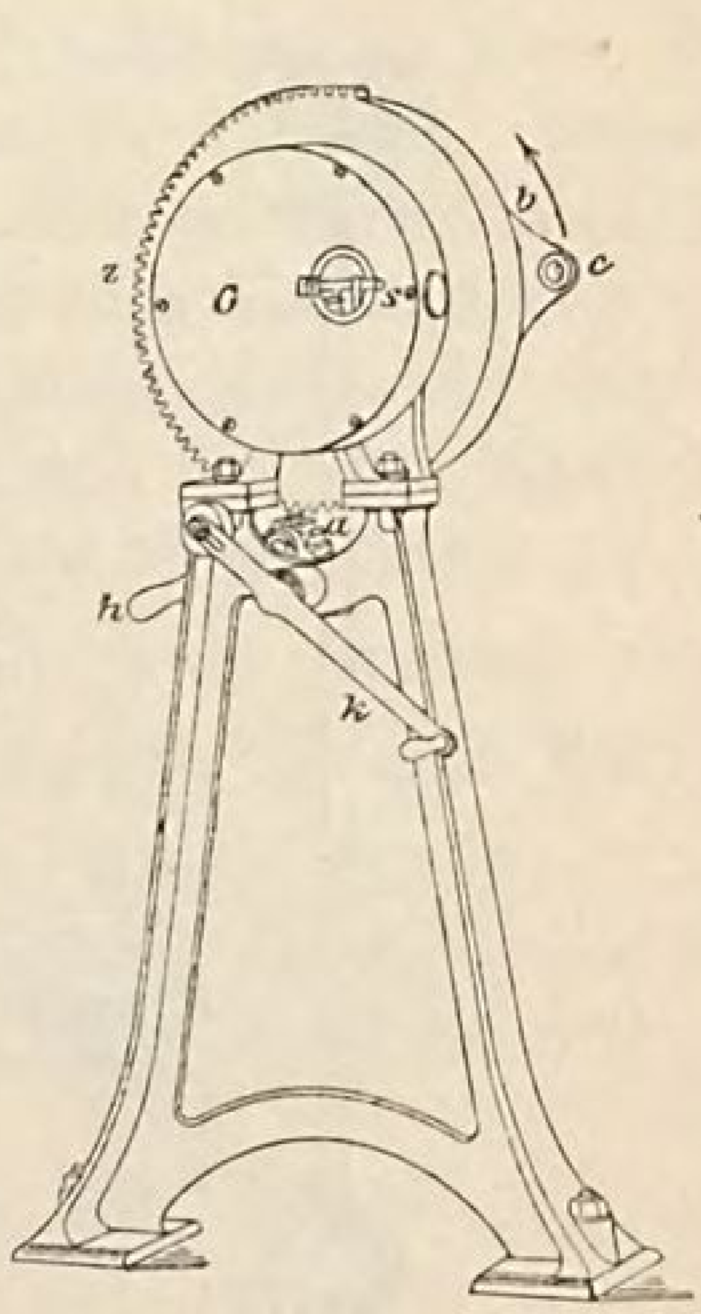


Fig. 596.



Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

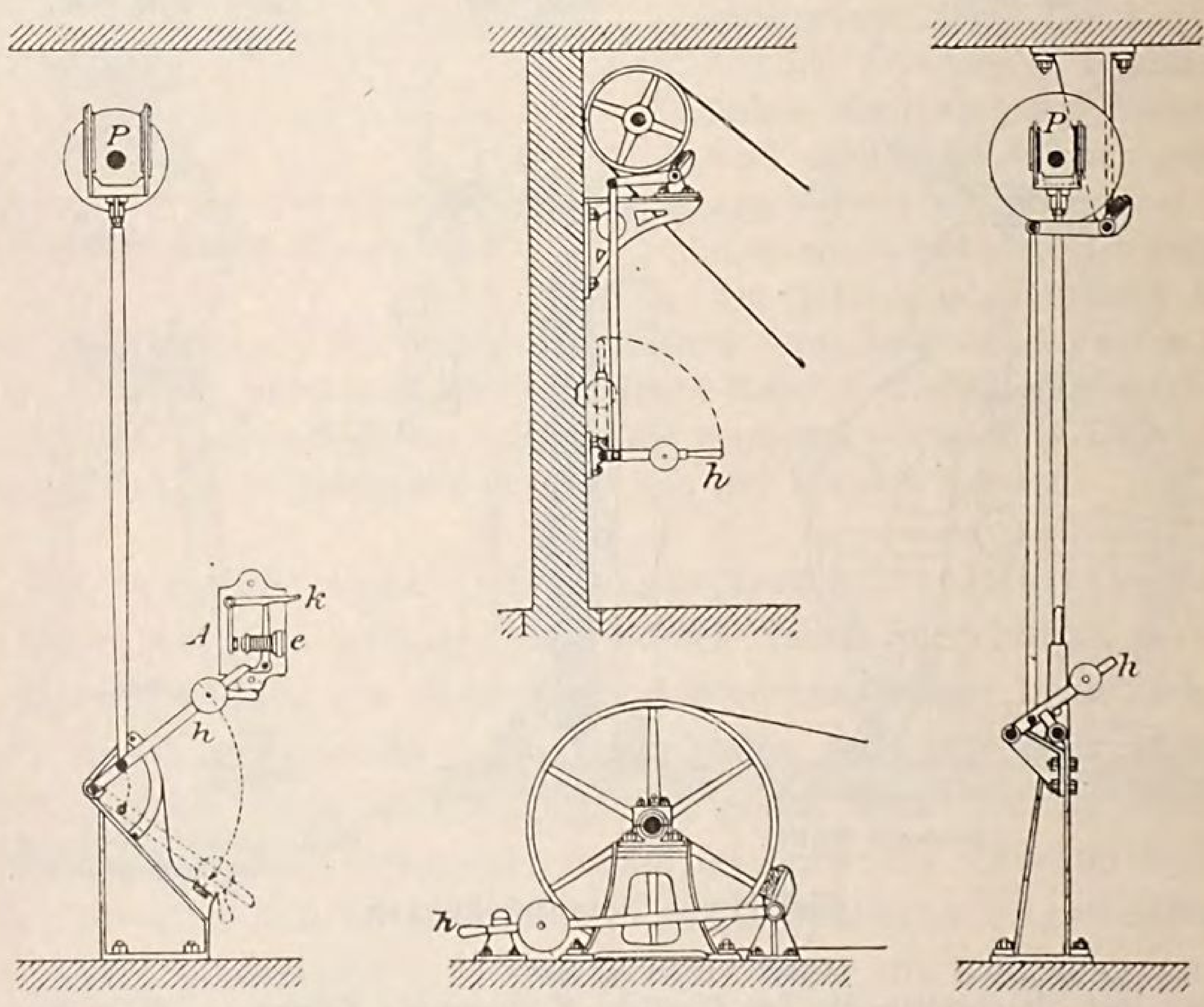
Elektrische Notausrückungen.

Klinke e, löst gleichzeitig die das Gewicht S sperrende Klinke s; dieses bewegt sich infolge seiner Schwere nach unten, wodurch das Zahnrad b und die Zugstange t sich in der Richtung der Pfeile bewegen. Letztere greift, wie aus den Fig. 594 und 595 ersichtlich ist, an den Ausrückhebel der Kupplung, verstellt diesen und bringt die einzelnen Kupplungshälften ausser Eingriff. Nach erfolgter Ausrückung tritt die Zentrifugalbremse C in Thätigkeit, welche die Geschwindigkeit des fallenden Gewichtes S allmählich verringert, so dass dieses langsam zur Ruhe kommt. Durch Drehen an der Kurbel k wird mittels des Zahngetriebes a b die Kupplung wieder eingerückt und zugleich das am Rade b befindliche Fallgewicht G wieder in die Höhe gezogen; durch Einklinken von s wird das Gewicht in dieser Lage festgehalten und durch Anheben des Ankers d die Ausrückvorrichtung wieder betriebsfähig gemacht.

Ähnlich wirkt die durch Fig. 596 veranschaulichte Ausrückvorrichtung der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Dessau (D. R.-P. 60669).

In dem auf dem Bock fest ruhenden Gehäuse G befindet sich eine stark gespannte, durch eine Sperrklinke gehaltene Feder und ein elektromagnetischer Apparat zur eventuellen Auslösung der letzteren. Geschieht dies durch Drücken auf einen der Kontaktknöpfe im Arbeitsraum, so wird der Anker des Elektromagneten angezogen, die Sperrklinke wird frei, und die Feder dreht mit grosser Energie das mit dem Rade b fest verbundene Auge c in der Richtung des Pfeiles. An c greift, wie bei der Wülfeler Bauart, die Zugstange für den Ausrückhebel der Kupplung. Das Wiederaufziehen der Feder und das gleichzeitige Einrücken der Kupplung geschieht in der Art, dass man durch Aufheben des Handhebels h die beiden Stirnräder a und b in Eingriff setzt und sie mittels der Kurbel k wieder in die gezeichnete Lage zurückdreht. Durch Anheben des Ankers bei s wird die Ausrückvorrichtung wieder betriebsfähig.

Fig. 597. Fig. 598 und 599. Fig. 600.



Ausrück- und Bremsvorrichtungen von Frederking.

Beide Ausführungen sind neu und empfehlenswert, insbesondere ist die Wülfeler Bauart vorzüglich zu nennen. — Älteren Datums und einfacher, wenn auch weniger gut, ist die Ausrückvorrichtung von Th. und Ad. Frederking, Fabrik für Transmissionen in Leipzig, mit dem elektromagnetischen Apparat von Schöppe in Leipzig (s. Fig. 597).

Die Wirkungsweise ist folgende: Drückt man auf einen der im Arbeitsraum verteilten Taster, so zieht der im geschlossenen Gehäuse A befindliche Elektromagnet e seinen Anker an. Hierdurch wird der oben bei k eingeklinkt gewesene längere Arm des unten rechts sichtbaren Winkelhebels frei, dieser dreht sich um seine Achse und veranlasst dadurch das Fallen des durch Gewicht beschwerten, in seiner Ruhelage durch den kurzen Winkelhebelarm unterstützten Ausrückhebels h der lösbaren Kupplung. —

P ist eine schematische Darstellung des Frederking'schen Patentausrückers für dessen Zylinder-Reibungskupplung (D. R.-P. 46409).

Schöppe verwendet zwar nicht den Ruhestrom, gebraucht aber bei seinen Abstellapparaten die Vorsicht, die Batterieen in zwei Reihen nebeneinander zu schalten, so dass bei eintretender Störung in der einen Leitung stets die andere Leitung noch in Wirksamkeit bleibt. Die Braunsteinelementen-Batterie dient gleichzeitig zur Inbetriebsetzung einer Signaleinrichtung, mittels welcher Beginn und Ende der Arbeitszeit angezeigt werden kann.

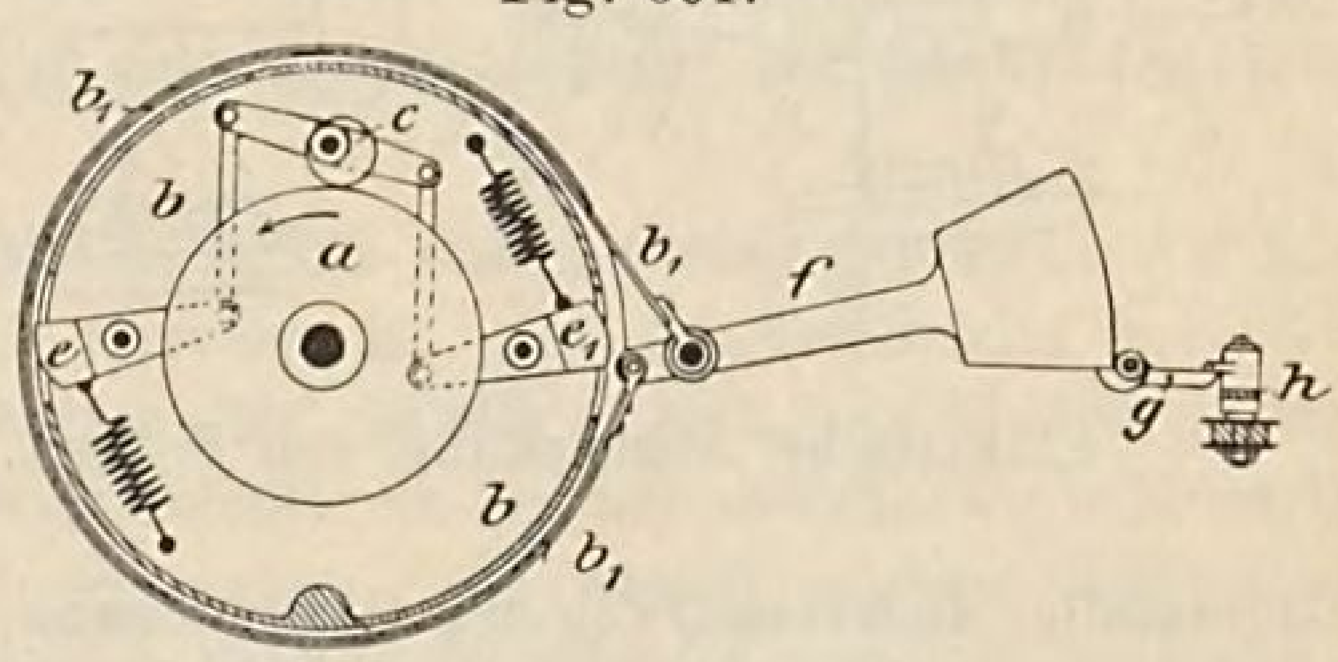
Notausrückung mit Bremsvorrichtung. Der Gedanke, die vorstehend mitgeteilte Frederking'sche Ausrückvorrichtung durch Einschaltung einer Bremsvorrichtung zu einer vollständigen Notausrückung zu gestalten, liegt nahe. Unseres Wissens ist dieser Gedanke nicht zur Ausführung gekommen.

Die auf der Deutschen allgemeinen Ausstellung für Unfallverhütung im Jahre 1889 in Berlin ausgestellte Stütz- und Bremsvorrichtung von Frederking vereinigt zwar, wie durch Fig. 597 bis 600 (S. 648) schematisch dargestellt wird, die Ausrückmit einer Bremsvorrichtung, verlässt aber den Grundgedanken einer Notausrückvorrichtung, den der Fernleitung. Der Ausrückhebel h muss von Hand umgestellt werden. Die Vorrichtung ist hier nur mitgeteilt, um zu zeigen, in wie einfacher Weise die Bremsvorrichtung für hoch- und tiefliegende Wellen angebracht werden kann.

Eine Notausrückung mit elektrischem Antrieb und Bremse zeigt Fig. 601. Erfinder dieser Exzenter-Reibungskupplung mit Bandbremse (D. R.-P. 49017) ist Ingenieur Richard Wens in Berlin.

Auf dem treibenden Wellenstrange ist die Mitnehmerscheibe a mit Feder und Nut befestigt, auf der getriebenen Welle sitzt die Bremscheibe b. Auf einem der drei mit ihr fest verbundenen Zapfen sitzt das drehbare Exzenter c; in den beiden anderen Zapfen ist je ein Bremsklotz beweglich gelagert. Exzenter c und Bremsklötze eb_1 sind durch Hebel und Gestänge mit einander verbunden, welche, durch Spiralfedern unterstützt, die Anpressung des Exzenters an die Mitnehmerscheibe bewirken. Fig. 601 zeigt die Vorrichtung im gekuppelten Zustande der Wellen; alsdann ragen die Bremsklötze um ein Geringes über die

Fig. 601.



Notausrückung von Wens.

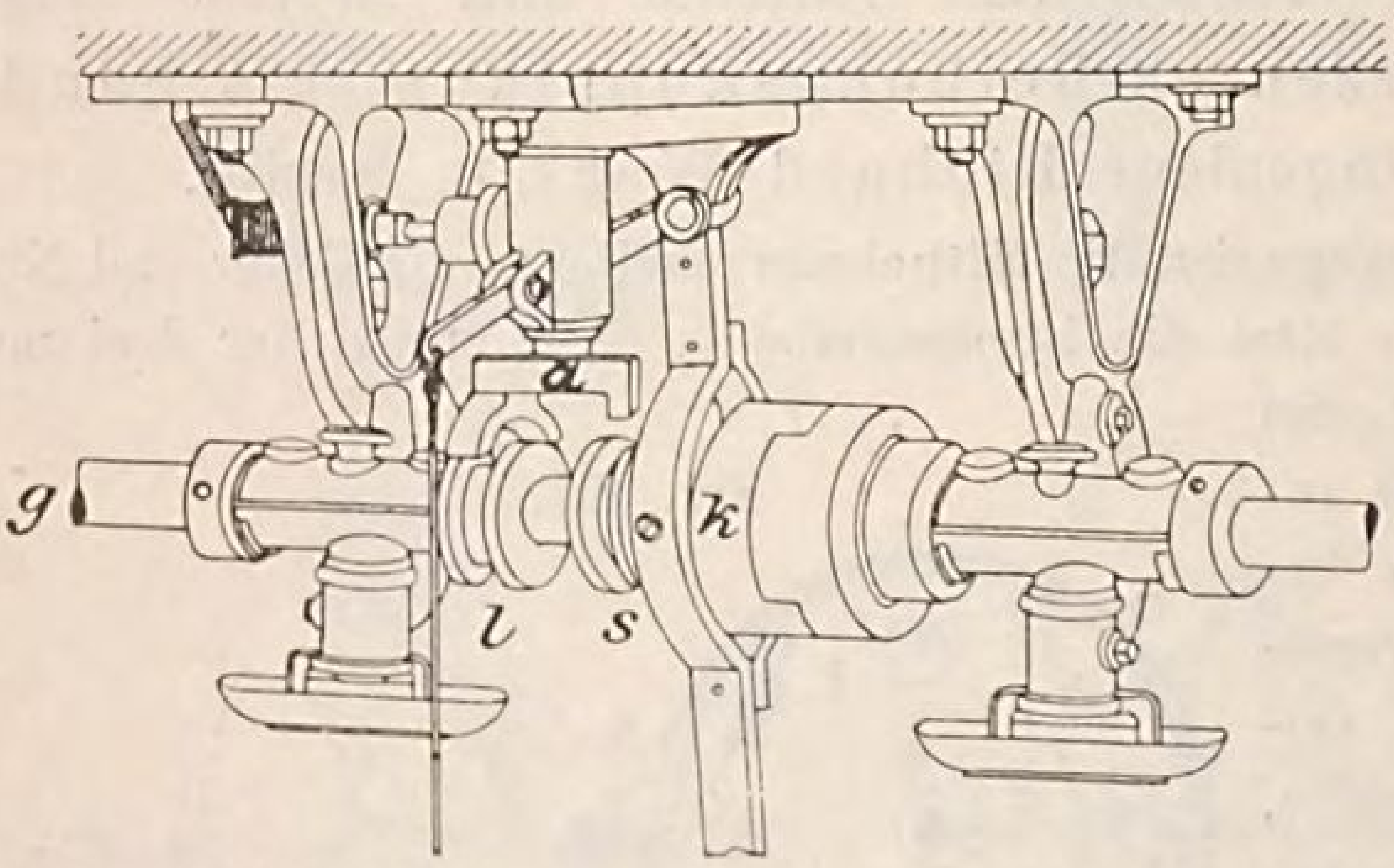
Bremsscheibenoberfläche, ohne jedoch das geöffnete Bremsband b_1 zu berühren. Dieses ist an einem Winkelhebel befestigt, dessen Gewicht auf den kürzeren Arm des in senkrechter Ebene drehbaren Hebels g ruht; der längere Arm desselben greift unter den Knaggen von h, der durch Schnur oder elektrischen Strom in wagerechter Ebene verschoben werden kann. — Die Wirkungsweise ist folgende: Durch Drehen des Knaggens verliert der Gewichtshebel seine Auflage und spannt, nach unten fallend, das Bremsband fest um die Bremsscheibe, dieses presst sich gegen die durch Schlitze der Bremsscheibe tretenden exzentrischen Bremsklötze und dreht, Linksdrehung der Triebwelle vorausgesetzt, e nach oben, e^1 etwas nach unten. Mit Hilfe der Gestänge wird hierdurch

das Kupplungsexzenter c von a abgehoben und die gefahrbringende Welle gleichzeitig entkuppelt und gebremst. — Erwähnenswert bleibt schliesslich noch der Umstand, dass die Ausrückvorrichtung ihre ständige Wirksamkeit in einfachster Weise selbst überwacht, da die in dem Gehäuse h befindliche Schneckenfeder sofort den Knaggen verdreht und dadurch die Wellenleitung stillsetzt, wenn die Schnurleitung zerschnitten, nicht straff gespannt ist, oder der den Anker anziehende elektrische Arbeitsstrom nicht genügende Stärke hat. Ist die Gefahr beseitigt, d. h. soll die Kupplung wieder eingerückt werden, so wird der Gewichtshebel f wieder aufgehoben und unterstützt, das Bremsband wird frei, und die Spiralfedern ziehen die Bremsklötze und damit das Exzenter wieder in ihre alte Lage zurück.

Eine sehr beachtenswerte elektrische Ausrückvorrichtung für Wellen, welche in geschickter Weise die Schwungkraft der Wellenleitung zur Ausrückung der Kupplung benutzt und dadurch gleichzeitig eine Bremsung derselben bewirkt, ist von Zivilingenieur Fr. Seiffert in Berlin ausgeführt. Sie ist die beste der bisher bekannten Verwertungen der Rosthorn'schen Erfindung (s. S. 570 ff.).

In Fig. 602 bezeichnet t den treibenden, g den angetriebenen Strang. Auf dem mittels Klauenkupplung angetriebenen Strange sitzt die verschiebbare Kupplungshälfte k, an deren Nabe ein flaches Gewinde s von 30 mm Steigung eingeschnitten ist, und eine von der Kupplung unabhängige Lagerstelle l mit zwei Bunden. Über der letzteren und dem Gewinde ist ein Bock an der Decke angebracht, in dem der gabelförmige Ausrücker a (eine Pratze) mittels Stellstift festgehalten wird. An diesem befindet sich ein Anker, der beim Drücken auf einen der im Werkstattsraum verteilten Taster mit einem Elektromagneten in Verbindung tritt, von letzterem angezogen wird und dadurch die Pratze auslöst. Diese fällt nun einerseits in die unverrückbar auf der Welle befestigte Lagerstelle, andererseits in den Gewindegang. Durch Abwickelung des letzteren an dem Pratzenzahn wird nun der verschiebbare Kupplungsteil aus der festen Kupplungshälfte herausgezogen. — Die vollständige Auslösung der Kupplung erfolgt bei einer Umdrehung der Welle, und da diese bei der beobachteten Wellenleitung 300 Umdrehungen in der Minute machte, so erfolgte die Auslösung in $^1/_5$ Sekunde.

Fig. 602.



Elektrische Ausrückung von Seiffert.

Wird in diese Ausrückvorrichtung noch eine Signaleinrichtung eingeschaltet, so sind die auf S. 640 für eine „Notausrückung“ gestellten Bedingungen erfüllt. Vom Stande der Unfallverhütung aus muss daher von den bisher beschriebenen Notausrückungen für Wellenleitungen die Seiffert'sche als die zweckentsprechendste anerkannt werden. Selbstverständlich muss hierbei, wenn es sich um eine Klauenkupplung handelt,

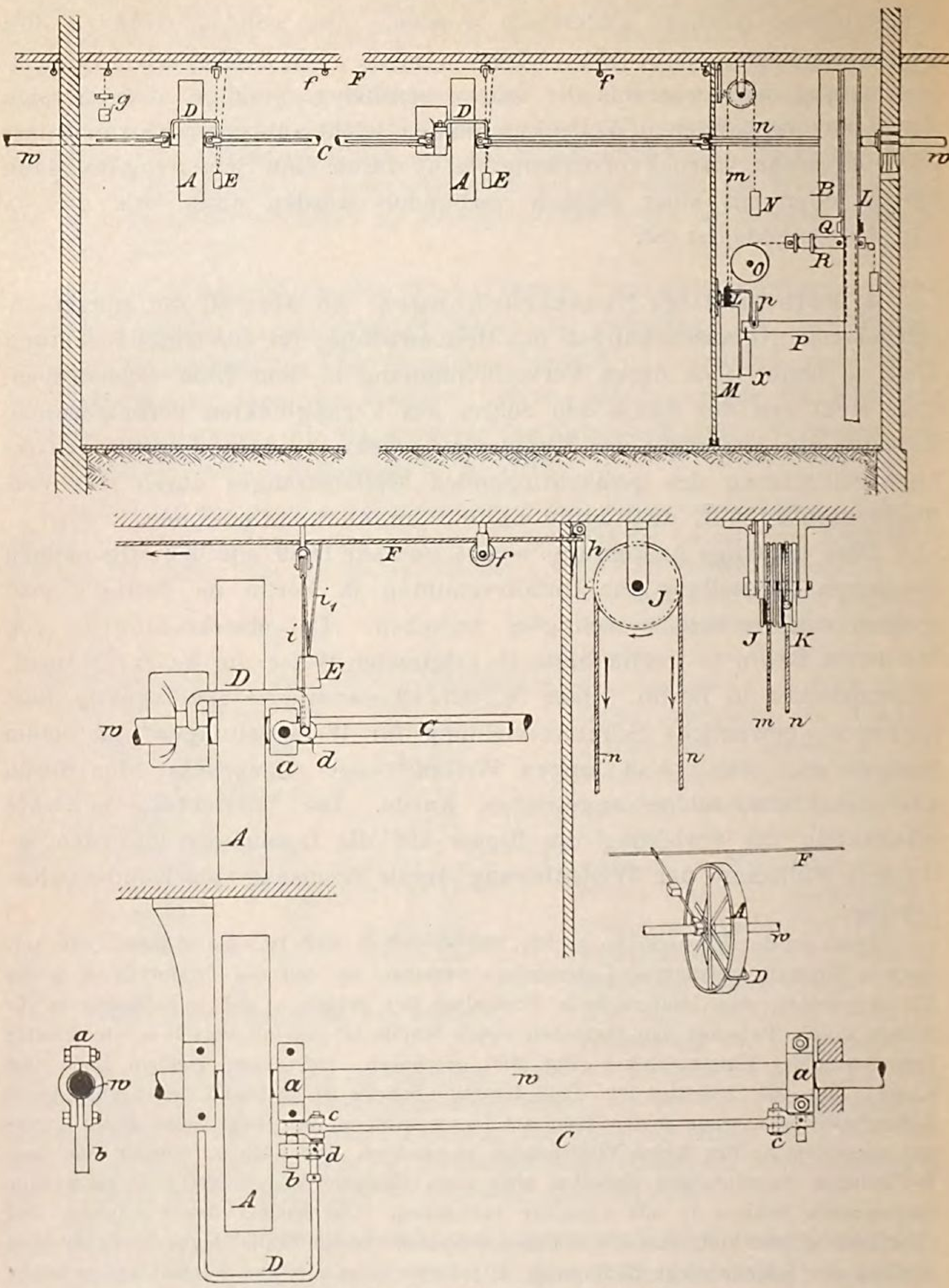
von der Einrückbarkeit der Wellenstränge während des Ganges der Wellenleitung Abstand genommen werden. Aus welchen Gründen dies geschehen kann, ist S. 571 erörtert worden. Die Seiffert'sche Ausrückvorrichtung hat ausserdem die sehr wesentlichen Vorzüge, dass sie sich an bereits vorhandenen Wellenkupplungen leicht anbringen lässt und dass die elektrische Ausrückvorrichtung leicht durch eine Schnurzugauslösung ersetzt oder mit einer solchen verbunden werden kann, wie dies in Fig. 602 angedeutet ist.

4. Selbstthätige Notausrückungen. So wertvoll die zuletzt beschriebenen Notausrückungen mit Bremswirkung für die Unfallverhütung sind, so bleibt doch deren Vervollkommnung in dem Sinne anzustreben, dass nicht erst der durch den Schrei des Verunglückten herbeigerufene Arbeiter die Auslösung der Kupplung bewirkt, sondern dass die sofortige Stillsetzung des gefahrbringenden Wellenstranges durch den Verunglückten selbst, und zwar ohne sein Zuthun geschieht.

Eine derartige Ausführung wurde im Jahr 1889 auf der Allgemeinen deutschen Ausstellung für Unfallverhütung in Berlin im Betriebe vorgeführt und erregte berechtigtes Aufsehen. Die Maschinenfabrik von Möller & Blum in Berlin hatte in origineller Weise die Fritz Deimel, Silberdrucker in Berlin, unter No. 43749 patentierte „selbstthätig ausrückende, bewegliche Schutzvorrichtung für Wellenleitungen“ an einem besonderen, etwa 15 m langen Wellenstrange angebracht, der durch eine Gaskraftmaschine angetrieben wurde. Die Vorrichtung bewirkte selbstthätig die Verlegung des Riems auf die Losscheibe und den sofortigen Stillstand der Wellenleitung durch Bremsung der Hauptantriebscheibe.

Dicht an der Riemscheibe A (Fig. 603 bis 608, S. 652) ist eine Schelle a, die mit einer in Glyzerin getränkten Ledereinlage versehen ist, auf der Triebwelle w in der Art angeordnet, dass letztere beim Festhalten der Schelle a sich ungehindert in ihr drehen kann. Zwischen den Flanschen dieser Schelle ist ein mit derselben gleichzeitig festgeschraubtes Einsatzstück b (Fig. 606) geschoben, auf dessen rundem Ende eine Klaue c (Fig. 605) befestigt ist. Eine derartige Schelle ist zu beiden Seiten einer jeden Riemscheibe oder, wenn solche dicht am Lager sitzt, an der freien Seite dieses Lagers und ausserdem an den freien Wellenenden angeordnet. Die Klauen c zweier eine freie Wellenlänge begrenzenden Schellen sind stets einander zugekehrt und durch eine eingespannte Schiene C mit einander verbunden. Die Klauen dieser Schellen sind vorteilhaft so gerichtet, dass die Schienen C mitten vor der Welle liegen; doch ist diese Stellung der Schiene nicht Bedingung, da letztere stets nur eine solche Lage zu haben braucht, dass der von der Welle Ergriffene nach einem möglichst geringen Teil der Wellenumdrehung mit irgend einem Körperteil gegen die Schiene C stossen muss. Die auf der Triebwelle w an der Riemscheibe sitzende Schelle a trägt auf dem runden Ende des Einsatzstückes b hinter der Klaue c ein Klemmstück d (Fig. 604 und 605), in welches der um die Riemscheibe A herumgreifende Bügel D fest oder verstellbar

Fig. 603 bis 608.



Selbstthätige Notausrückung von Fritz Deimel.

eingespannt ist. Von dem Bügel D geht eine mit dem Gewicht E belastete Schnur i über eine Rolle zum Ausgleich des Eigengewichts des Bügels D, der Schiene C und der übrigen hierzu gehörigen Teile. Längs der ganzen Betriebswelle w (Fig. 603) und

parallel zu ihr ist an der Decke eine durch Leitrollen f geführte Schnur F gespannt, welche mit dem einen Ende an einem Hebel h (Fig. 603 und 604) für die Ausrückvorrichtung des Treibriems und mit dem anderen Ende an einem Schnurspanner befestigt ist. Dieser Schnurspanner wird dadurch gebildet, dass das über eine Leitrolle führende Ende der Schnur F durch eine feste Öse g (Fig. 603) geleitet und mit einem Gewicht G beschwert ist. Sämtliche Ausgleichungsgewichte E sind durch eine Schnur i_1 mit der Spannschnur F verbunden, welche aber durch diese Gewichte während des regelrechten Betriebes nicht beeinflusst wird, da sie durch das Gewicht der Schutzvorrichtung ausgeglichen sind. Wird nun ein Gegenstand von der Betriebswelle, den Riemen, den Riemscheiben, den Kupplungen oder dergl. erfasst und mitgenommen, so muss er mit der Schiene C oder mit dem Bügel D in Berührung kommen und diese Teile in die Höhe schieben. Sobald dies aber geschieht, wird das Ende der Schnur i, an dem das Gewicht hängt, locker, und letzteres wirkt nun an der Spannschnur F. Diese wird demnach niedergezogen und hierdurch das Gewicht G am Ende derselben so weit emporgezogen, bis es die Öse g berührt. Alsdann kann die Schnur F an diesem Ende nicht mehr folgen, und der Zug des Gewichtes E bewirkt nun eine Bewegung des Hebels h (Fig. 604), infolge deren die Ausrückvorrichtung für den Haupttreibriem in Thätigkeit tritt und gleichzeitig ein Bremsen der Antriebsscheibe erfolgt.

Die Ausrückvorrichtung kann nun entweder nur durch mechanische Hilfsmittel oder durch Elektrizität, Wasser- oder Luftdruck bethätigt werden, jedoch ist hierbei stets darauf Bedacht zu nehmen, dass die Wirkung möglichst schnell, zum mindesten so schnell eintritt, dass der von der Triebwelle Ergriffene nicht bereits vor dem Anhalten der Bewegung erheblich verletzt werden kann. Im dargestellten Falle wird die Ausrückvorrichtung durch mechanische Mittel in Wirksamkeit versetzt. Der mit der Spannschnur F verbundene Hebel h (Fig. 603) ist mit einem Klinkenansatz versehen, gegen den sich eine Nase der mit einer Schnurscheibe J verbundenen Scheibe K lehnt. Auf der Schnurscheibe J (Fig. 604 und 606) und an dieser befestigt, liegt eine Schnur m, die das Ausrückgewicht M trägt, das durch den Ansatz des Klinkenhebels h in Ruhe gehalten wird. Eine zweite an der Scheibe K befestigte Schnur n trägt das Stellgewicht N, durch welches nach dem Aufheben der Wirkung des Gewichts M die Klinke wieder in Eingriff gebracht werden kann. Das Ausrückgewicht M ist ferner durch eine über die Scheibe O (Fig. 603) führende Schnur mit dem Riemausrücker R verbunden. Am anderen Ende desselben befindet sich ebenfalls eine belastete Schnur, um nach dem Anheben des Ausrückgewichts G den Riemausrücker wieder zurückzubringen und dadurch den Treibriemen wieder in Thätigkeit treten zu lassen. Der im Querschnitt gezeichnete lange Handhebel L zieht durch einen Haken p den Bremshebel P mit seiner Bremse Q von der festen Scheibe B ab. Wird nun die Schnur F beim Eintritt der Gefahr in der vorher geschilderten Weise selbstthätig angezogen, so wird hierbei auch der Hebel h zurückgezogen und die Nase der Scheibe J freigegeben. Sofort fällt das am Ende der Schnurleitung befindliche Ausrückgewicht M nieder und zieht vermittels des Ausrückers R den Treibriem auf die lose Scheibe L; gleichzeitig giebt der mit M herabgezogene Handhebel p den Bremshebel P frei, der nunmehr durch das Gewicht X die Bremse Q gegen die Antriebsscheibe der Wellenleitung drückt.

Für die Einrückung ist nur nötig, den Handhebel L und hierdurch das Gewicht M wieder anzuheben. Es kommt alsdann das Gegengewicht des Riemausrückers R zur Wirkung und zieht den Ausrücker wieder so weit zurück, dass der Treibriem auf die Antriebsscheibe B gelangt. Der Bremshebel P und die Bremsbacke Q sinken infolge ihres Eigengewichts von selbst nieder, und das Gewicht N dreht die Scheiben K und

J, da diese vom Gewicht M nicht beeinflusst werden, so weit zurück, bis der Ansatz von J (Fig. 604) wieder oberhalb der Nase von h eingeschnappt ist. Die Ausrückvorrichtung ist alsdann für den weiteren Gebrauch selbstthätig wieder geschlossen.

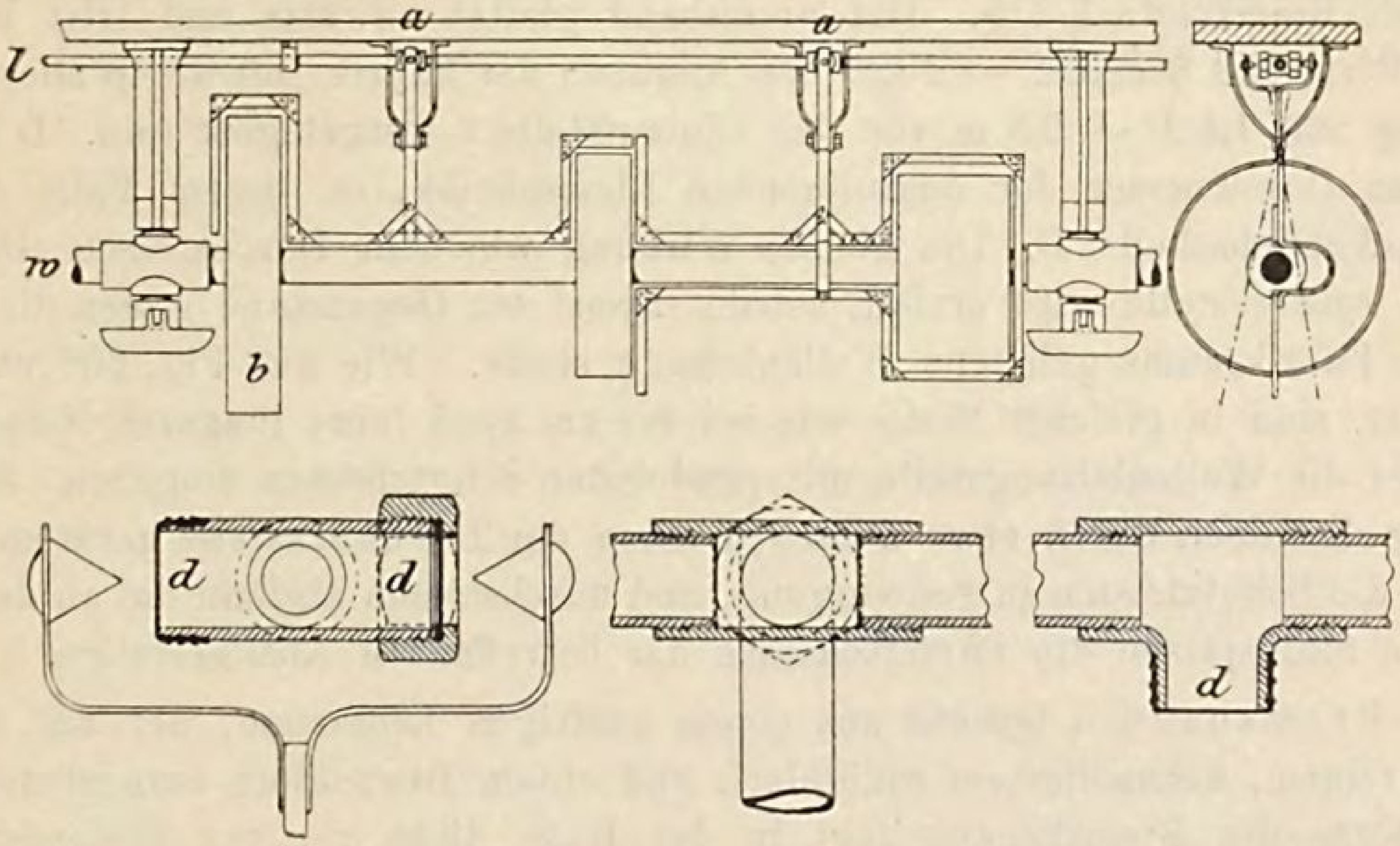
In der Ausstellung für Unfallverhütung hatten Möller & Blum diese Ausrückung dadurch automatisch gemacht, dass der in einer endlos umlaufenden Kette einer Winde befindliche Stift bei jedesmaligem Umgange gegen einen nachgeahmten menschlichen Arm und dessen Hand gegen eine der Schienen C stiess. Die Ausrückung erfolgte tadelfrei und sicher, solange die Spannvorrichtung ihre Schuldigkeit that. Letzteres war leider nicht immer der Fall, ein Übelstand, der sich indess bei weiteren praktischen Versuchen beseitigen lassen wird. Die Deimel'sche Notausrückung liesse sich vielleicht in leichter Weise durch Verwendung des elektrischen Stromes verbessern, indem man die Bewegung des Hebels H zur Herstellung des Stromschlusses verwendete und an Stelle der Spannschnur F einen Leitungsdraht setzte und die Schenkel der Schutzbügel D so weit nach hinten verlängerte, dass diese über dem Leitungsdraht zu liegen kämen (Fig. 608). Statt dieser verlängerten Schutzbügel liesse sich vielleicht noch praktischer zwischen die hinteren Lappen der Schelle ein besonderer, durch Gewicht ausgewuchteter Hebelarm einschalten, der bei geringer Drehung durch Berührung mit dem Leitungsdraht den elektrischen Stromschluss herbeiführte.

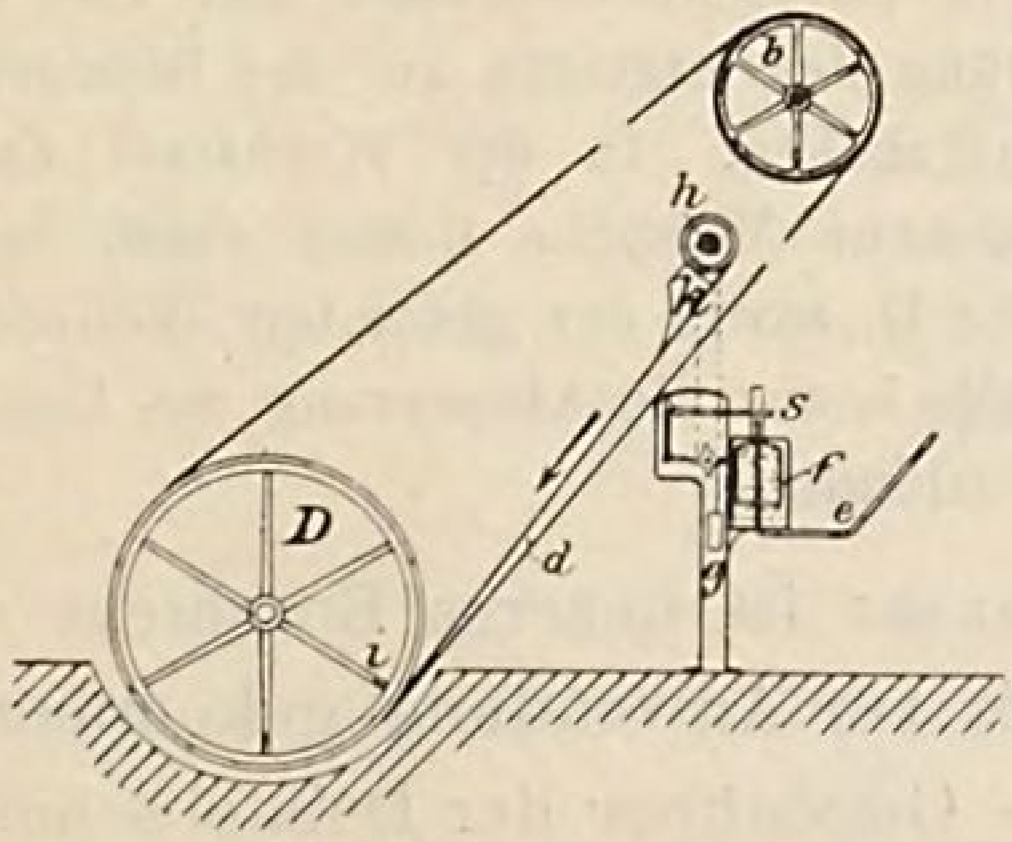
Gleichgiltig, in welcher Weise beim Deimel'schen Patent die Notausrückung erfolgt, ob durch mechanische Vorrichtungen oder elektrischen Strom, immer wird die Energie der Riemverschiebung abhängig sein von der Schwere der Zuggewichte. Da sich aber letztere aus praktischen Rücksichten nicht über ein gewisses Maass hinaus vergrössern lassen, so ist hiermit die Grenze für die Breite des zu verschiebenden Riems bald erreicht, und man wird für stärkere als vielleicht sechspferdige Dampfmaschinen gezwungen sein, die Ausrückvorrichtung auf lösbare Kupplungen oder auf die Absperrung des Dampfes direkt wirken zu lassen.

Eine von der Stärke der Kraftmaschine unabhängige und verhältnismässig einfachere, pneumatische Notausrückung, die gleich der Deimel'schen auf Riemauslösung wirkt, ist seit etwa acht Jahren in der Berliner Dampfkesselfabrik von Döring & Rückert in Charlottenburg im Betriebe und hat sich daselbst gut bewährt. Originell ist bei dieser Notausrückung die Auslösung des Riemtriebes durch ein Schleifband sowie die geschickte Art der Verwendung einer geringen Luftverdünnung zur Fortpflanzung der Mitteilung des Unfalls und zur Auslösung der Ausrückvorrichtung, deren Ingangsetzung von Hand oder selbstthätig durch den verunglückenden Arbeiter geschehen kann.

Längs der ganzen Wellenleitung w und parallel zu ihr, sowie an einzelnen Säulen u. s. w. der Fabrik entlang, führt eine ununterbrochene Leitung l aus gewöhnlichen Gasrohren, die an einem Ende fest und dicht verschlossen ist und am anderen Ende e in den Ausrückapparat mündet. Unterwegs sind in diese Leitung an den zweckmässig gelegenen Stellen sogenannte Auslösestellen mittels eingeschalteter T-Stücke (Fig. 613) eingeschaltet. Der Verschluss dieser Auslösestation a wird mit einer über die einzelnen Mündungen gespannten Pergamentpapierscheibe d entweder durch Überwinden mit Schnur oder durch Vorschrauben einer Mutter unter Zwischen-

Fig. 609 bis 614.





Selbstthätige Notausrückung
von Döring & Rückert
in Charlottenburg.

lage eines Gummiringes bewirkt. Der Ausrückapparat (Fig. 614) besteht aus einem Hebelgesperre, das bei Inbetriebsetzung des Apparates ein im Gehäuse laufendes Fallgewicht auslöst. Zur Auswuchtung desselben hängt am gleichen Hebelgesperre ein unten offenes, oben geschlossenes Gefäss, das in einen mit Wasser und Glyzerin gefüllten Behälter taucht. Der Glyzerinzusatz ist erforderlich, um dem Einfrieren des Wassers im Winter vorzubeugen. Mit dem Luftraum dieses Behälters steht das eine Ende der Rohrleitung e in Verbindung. Bevor man den Ausrückapparat aufstellt, löst man die abschliessende Papierscheibe irgend einer Auslösestelle und taucht das, an einem Ende des Hebelwerks hängende Gefäss tief in die Flüssigkeit. Es wird alsdann aus der mit Luft gefüllten Rohrleitung soviel Luft an der geöffneten Stelle ausgetrieben,

als Flüssigkeit in den Behälter eindringt. Unter ständiger Niederhaltung desselben wird nun die geöffnete Auslösestation geschlossen. Hebt man jetzt das Gefäss so hoch, dass es an dem Hebel des gegenüberliegenden Fallgewichts frei zu hängen kommt, so wird dadurch die Luft in der ganzen Rohrleitung entsprechend verdünnt. Selbstverständlich darf hierbei das Gefäss niemals über Wasseroberfläche gehoben werden. Beide Gewichte, das Gewicht des Gefässes und des Fallgewichts, stehen alsdann im Gleichgewicht. Wird nun im Falle der Not die Papierscheibe irgend einer der Auslösestationen a mit dem Finger durchstossen, so tritt Luft in die Leitung, das Gefäss sinkt tiefer in die Flüssigkeit und verliert soviel an seinem Gewicht, als die hierdurch verdrängte Wassermenge wiegt. Durch diese Gewichtsverminderung erhält das Fallgewicht Übergewicht und löst das Hebelgesperre und das an der Welle h aufgerollte Bremsband b mit Bremsklotz k aus. Das Bremsband gleitet abwärts und tritt blitzschnell zwischen Riem und Scheibe. — Nach den Angaben der Fabrik soll die Welle h in einer Entfernung von 1,5 D + 0,5 m von der Einlaufstelle i festgelagert sein. D bezeichnet hierbei den Durchmesser der auszulösenden Riemscheibe, in diesem Falle der Kraftmaschinen-Antriebscheibe D. Die gleiche Wirkung wie beim Durchstossen einer niedrig gelegenen Auslösestelle wird erzielt, sobald irgend ein Gegenstand gegen die unter der Decke des Fabrikraums gelegene Wellenleitung stösst. Wie aus Fig. 609 und 610 ersichtlich ist, sind in gleicher Weise wie bei der um zwei Jahre jüngeren Notausrückung von Deimel die Wellenleitungsteile mit pendelnden Schutzleisten umgeben. Jede starke Berührung derselben durch etwa zwischen einen der Triebwerksteile geratenen Körperteil setzt die Schutzleisten in Schwingung, und durchstossen alsdann die an den Pendeln befestigten Stahlspitzen die Papierscheiben der betreffenden Auslösestellen.

Das Bremsband b besteht aus einem kräftigen Lederriem, der auf der Innenseite mit feinem, hochpoliertem Stahlblech und einem Bremsklotz ausgerüstet ist. Das unterste Ende des Bremsbandes liegt in der Ruhe dicht vor der Einlaufstelle i des Hauptriems; die geringste durch das Fallgewicht bewirkte Drehung der Welle h bringt das Band der Einlaufstelle so nahe, dass es blitzschnell erfasst und vom Riem mit herumgezogen wird. Hierdurch ist die Reibung des letzteren auf der Riemscheibe und damit die Zugkraft des Riems sofort aufgehoben. In der Werkstatt der Herren Döring & Rückert unvermutet vorgenommene Versuche liessen einen fast augenblicklichen Stillstand der Hauptantriebscheibe D, sowie der gesamten Wellenleitung w erkennen. Gleichzeitig erfolgte von der Welle h aus die Absperrung des Dampfventils, um den Leerlauf der Betriebsmaschine zu verhindern.

Diese Rückert & Döring'sche Bauart ist unseres Erachtens die vollkommenste aller bisher in der Praxis zur Anwendung gekommenen Notausrückungen für Wellenleitungen. — Gegenüber der Deimel'schen Bauart ist die Luftleitung bei einiger Sorgfalt, welche auf die Dichtung der Auslösestellen zu verwenden ist, sicherer als die lange Schnur- oder Drahtleitung. Die vielen Rollen und Gewichtszüge fehlen ganz. Der Ausrückapparat ist wenig umfangreich und einfach und kostet etwa 300 Mark. Ausserdem ist die Wirkung des Schleifbandes unabhängig von der Stärke der Kraftmaschine. Gegenüber den Bremsvorrichtungen an den Schwungrädern der Kraftmaschinenausrückungen, auf die an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden soll, hat das Rückert'sche Schleifband den Vorzug, dass es die Schwungmassen der Dampfmaschine allmählich

auslaufen lässt und nur die gefährdete Wellenleitung plötzlich zum Stillstand bringt.

Vollkommen ist die Vorrichtung natürlich auch noch nicht. In jedem Falle aber verdienen die beiden Notausrückungen von Döring & Rückert und von Deimel die höchste Beachtung. Sie geben den Weg an, in welcher Weise die nahezu gefährlichsten aller Maschinenteile, die hochgelegenen Wellen, deren Schutz bisher keine Berufsgenossenschaft in ihren Unfallverhütungsvorschriften forderte, in Zukunft geschützt werden müssen.

X. Abschnitt.

Anlagen zum Heben von Lasten.

Von Ingenieur **C. Specht,**
Beauftragten der Nordöstlichen Eisen- und Stahl-Berufsgenossenschaft in Berlin.

Das Heben von Lasten ist eine in den Betrieben aller Berufsgenossenschaften vorkommende Verrichtung, die, je nach der Art der Last und den zur Verfügung stehenden Mitteln, von Hand oder mittels maschineller Vorrichtungen ausgeführt wird. Dass die Handarbeit hierbei nicht wenig Unfallgefahren bietet, lehrt die im II. Abschnitt dieses Werkes erwähnte vom Reichs-Versicherungsamt bearbeitete Statistik der Unfälle des Jahres 1887. Es dürfte einleuchtend sein, dass bei diesen Arbeiten einerseits nur die gewissenhafte, sachgemässe Beaufsichtigung der Arbeiter, andererseits die eigene Gewissenhaftigkeit der letzteren selbst und ihre Vertrautheit mit den zu verrichtenden Arbeiten die wirksamsten Schutzmaassregeln sind. Es wird daher in denjenigen Betrieben, in welchen viele derartige Handarbeiten auszuführen sind, im Interesse der Betriebsunternehmer liegen, auf einen geschulten Arbeiterstamm zu halten.

Die maschinellen Einrichtungen zum Heben von Lasten werden entweder von Hand oder durch motorische Kräfte in Bewegung gesetzt. Die wichtigsten derselben sind die Flaschenzüge, Fusswinden, Windewerke oder Winden, die Krahne, die Aufzüge, ferner die Fördereinrichtungen in Hüttenwerken, Bergwerken und Steinbrüchen, sowie Transporteinrichtungen für Getreide in Mühlen, Speichern u. s. w. — Während die fünf zuerst genannten Kategorieen von Apparaten und Maschinen allen industriellen Berufsgenossenschaften gemeinsam sind, finden sich die übrigen nur in den Betrieben der Hütten, Bergwerke und Mühlen, und sollen daher im Nachfolgenden von der Betrachtung ausgeschlossen sein.

Die hier in Frage kommenden Vorrichtungen und Maschinen bezeichnet man mit dem allgemeinen Namen „Hebezeuge“; sie erfordern, mit Ausnahme der Fusswinden, gewisse Teile, an denen die Last befestigt

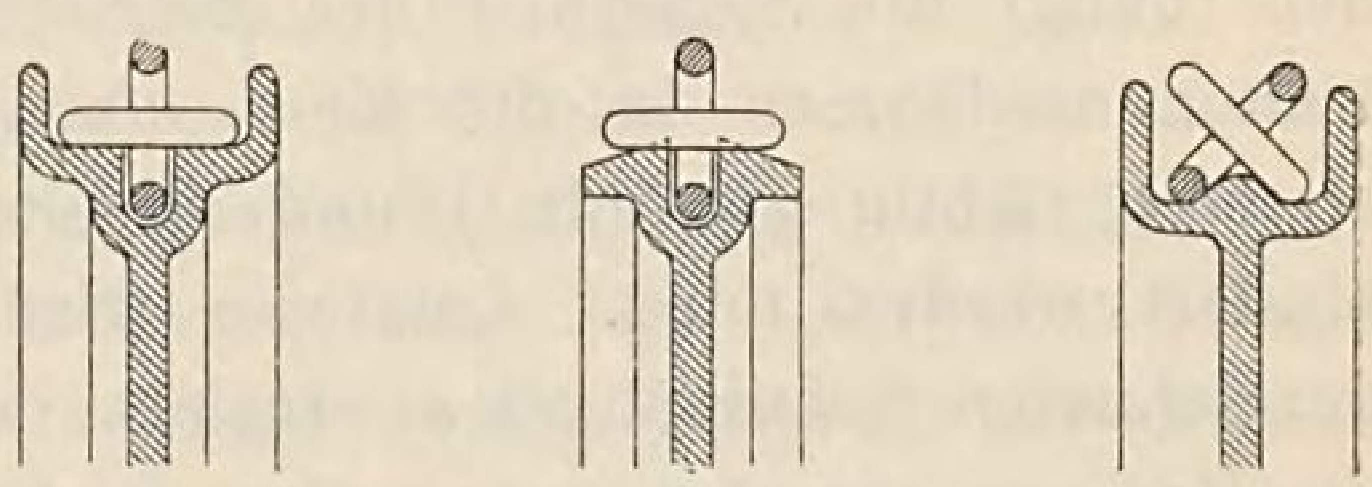
wird, die daher als Tragorgane zu bezeichnen sind. Dieselben sollen hier vorweg behandelt werden. Zur Anwendung kommen Ketten, Seile, Gurte und Riemen.

a. Ketten. Dieselben kommen bei den Hebezeugen hauptsächlich als Gliederketten zur Verwendung, nur bei Krahnen für sehr grosse Lasten werden Laschenketten benutzt. Die Betriebssicherheit beider hängt selbstverständlich in erster Linie von der Güte des Materials und von der gewissenhaften Herstellung, in zweiter Linie aber von der Behandlung während des Betriebes ab. Um sich hinsichtlich des ersten Punktes zu sichern, sollte man nur amtlich geprüfte Ketten verwenden, wie dies von gewissenhaften Hebezeugfabrikanten thatsächlich schon seit langem geschieht. Für die gute Erhaltung der Gliederketten ist die Grösse der Leitrollen, über die sie geführt werden, und der Durchmesser der Trommeln, auf die sie sich aufwickeln, von Wichtigkeit, weil bei zu geringem Durchmesser dieser Teile jedes Kettenglied ausser auf Zug auch in erheblichem Maasse auf Biegung beansprucht wird. Der Halbmesser der Kettenrollen und Kettentrommeln soll mindestens das Zehnfache der Ketteneisenstärke betragen und wird gemessen von Mitte Rolle bis Mitte des flach aufliegenden Gliedes.

Auch der Querschnitt der Kettenrollen ist für die gute Erhaltung der Ketten von Bedeutung und muss genügend gross sein, um unnötige Reibung der Kettenglieder an den Rollen zu vermeiden.

Am häufigsten findet man die in Fig. 615 gezeichnete Querschnittsform der Kettenrollen, die zwar eine sichere Führung giebt, jedoch eine stärkere Beanspruchung der flachliegenden Glieder auf Biegung bedingt, weil dieselben nur mit ihrer Mitte auf der Rolle aufliegen.

Fig. 615. Fig. 616. Fig. 617.



Querschnittsformen von Kettenrollen.

Diesen Übelstand vermeidet der Querschnitt Fig. 616, weil die flachen Glieder fast vollständig auf dem, etwa im Verhältnis von 1 : 4 geneigten Rand aufliegen.

Der halbrunde Querschnitt der Rollen ist weniger zu empfehlen und wird zweckmässig durch den in Fig. 617 angedeuteten ersetzt, bei welchem die Glieder unter 45° liegen.

Es ist Sorge zu tragen, dass sich die Kettenwindungen auf der Kettentrommel regelmässig neben- und nicht unregelmässig aufeinander legen, da im letzteren Falle durch Abrutschen der einen Kettenlage von der vorhergehenden heftige Stösse in der belasteten Kette entstehen, die einen Bruch derselben herbeiführen können. Man versieht daher die Kettentrommel entweder mit spiralförmigen Nuten, so dass

sich die Kette in der in Fig. 615 gezeichneten Stellung auflegt, oder man bringt ebenso verlaufende flache Vertiefungen auf der Trommel an, durch welche die Kette gezwungen wird, sich in der in Fig. 617 gezeichneten Stellung aufzulegen.

Um bei grossen Hubhöhen die zum regelmässigen Aufwickeln der Kette notwendige grosse Trommelbreite und die damit zusammenhängende grosse Ausdehnung des ganzen Windewerkes zu umgehen, ersetzt man die Kettentrommel vielfach durch das Daumenrad oder die Kettennuss, welches die Kette erfasst, mit sich fortzieht und dann wieder frei giebt. Da sich die Kette nicht auf das Daumenrad aufwickelt, so kann dasselbe einen kleineren Durchmesser als die Kettentrommel erhalten, wodurch gleichzeitig der Lastarm kleiner ausfällt als bei letzterer. Dagegen wird, je kleiner das Daumenrad ist, die Reibung und die Abnutzung der Kette grösser. Im Betrieb ist daher grössere Sorgfalt auf Schmierung der Kette und Kettennuss zu verwenden und erstere einer häufigeren Revision zu unterziehen, als bei Anwendung von Kettentrommeln nötig ist. Ausserdem hängt die Sicherheit des Betriebes von dem richtigen Eingriff der Kettennussdaumen in die Kette ab, weshalb einerseits die Form der ersteren richtig gewählt,[1]) andererseits ein Ausspringen der Kette verhindert werden muss. Letzteres wird durch den in Fig. 618 und 619 gezeichneten Schutzbügel s erreicht; auch ist beim Austritt der Kette die Zunge z anzubringen, um etwa festgeklemmte Kettenglieder wieder frei zu machen.

Fig. 618.

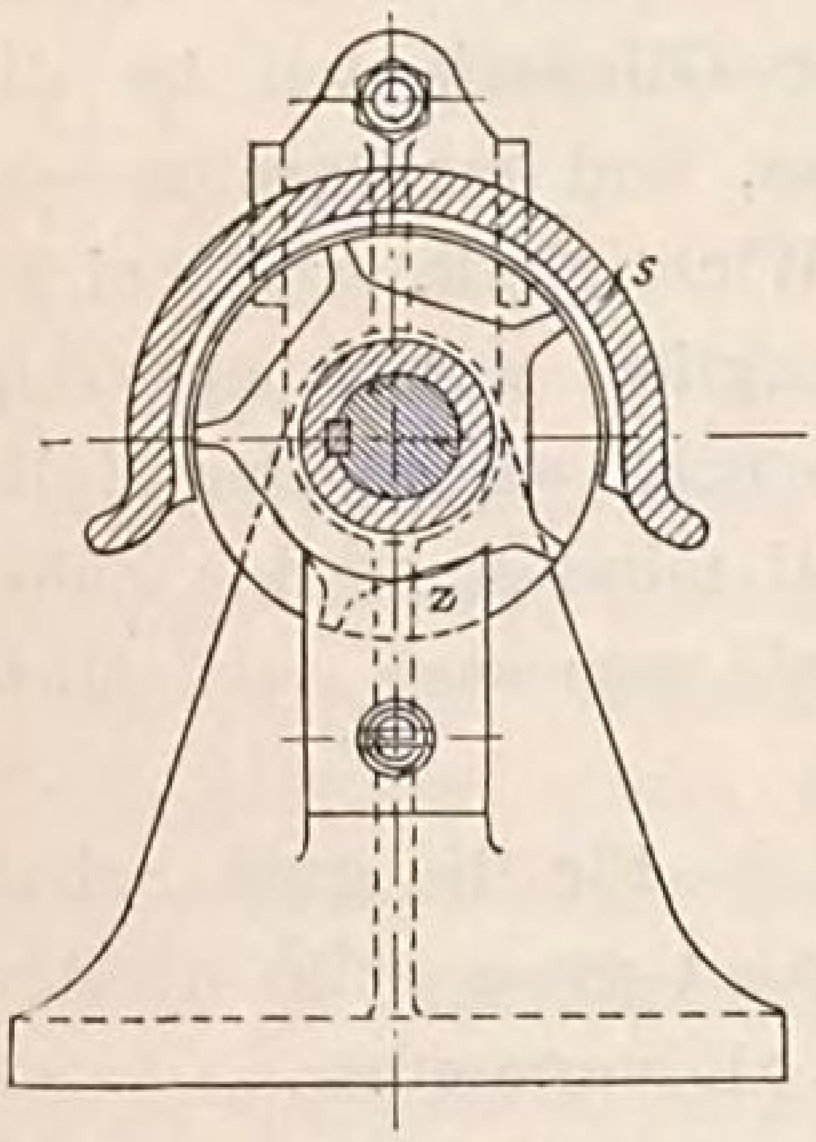
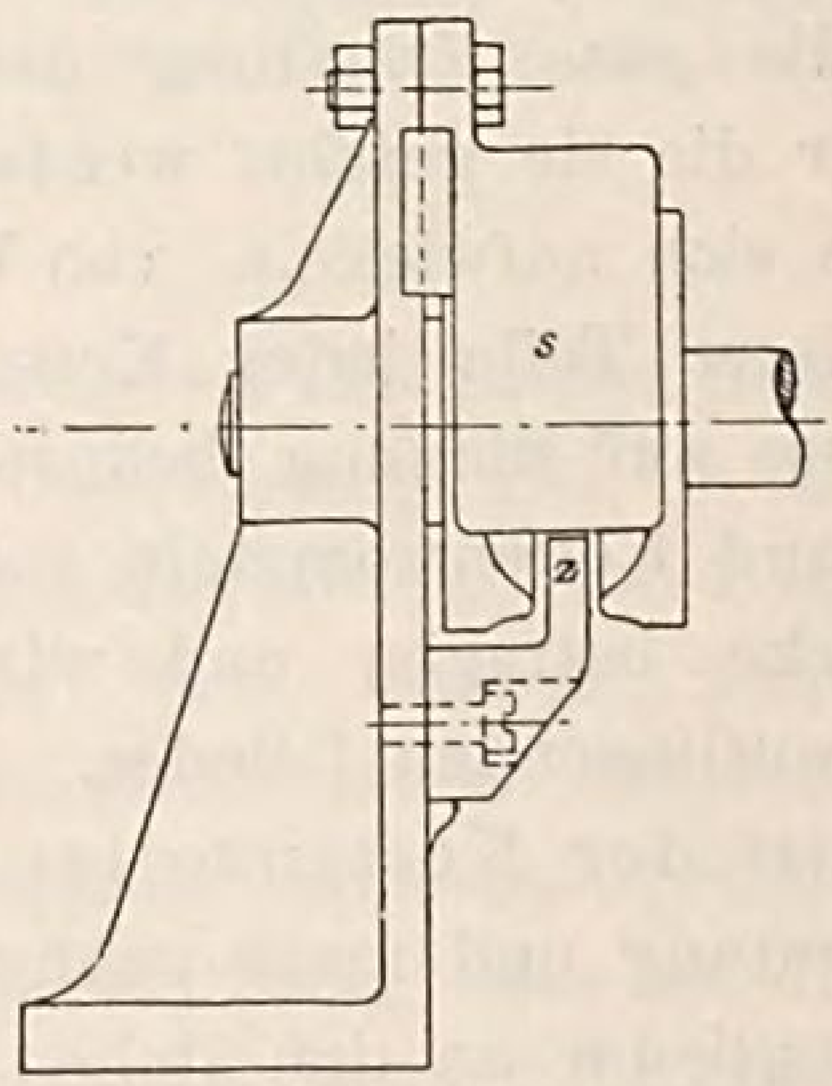


Fig. 619.



Schutzbügel an Daumenrädern.

Kettennuss oder Daumenräder setzen die Verwendung **kalibrierter Ketten** voraus, die in diesem Falle aber nur mit der **Hälfte** der als „**Tragfähigkeit**“ oder „**zulässige Belastung**“ bezeichneten Last beansprucht werden dürfen, damit die einzelnen Kettenglieder keine Dehnungen erleiden, die den richtigen Eingriff der Kettenraddaumen beeinträchtigen würden. Da jede Überlastung einer Kette, wenn auch

[1]) Über Konstruktion der Kettennuss vergl. Ernst, Die Hebezeuge.

nicht den sofortigen Bruch, wohl aber eine dauernde Verminderung der Festigkeit des Materials herbeiführt, ist es notwendig, dass an jedem mit Ketten versehenen Hebezeug die Tragfähigkeit in deutlich sichtbarer Weise angegeben wird.

Ausser einer dauernden sorgfältigen Überwachung und einer guten Schmierung laufender Ketten empfiehlt es sich, jede Kette nach einem gewissen Zeitraum, der sich nach der Stärke des Betriebes richtet, auszuglühen; hierbei soll dieselbe möglichst gleichmässig dunkel rotwarm gemacht werden und alsdann unter Aschenbedeckung langsam erkalten.

Auf die regelmässige Untersuchung der Ketten ist besonderer Wert zu legen; es empfiehlt sich daher für jeden Betrieb, welcher eine grössere Zahl von Hebezeugen besitzt, bestimmte Vorschriften über die Untersuchung von Ketten aufzustellen und die Befolgung derselben durch Eintragung in ein Befundbuch zu überwachen. Aber nicht bloss die Ketten des Hebezeuges sollten in dieser Weise behandelt werden, sondern auch die sog. Bindeketten. Eine besondere Kettenkontrolle besteht z. B. auf dem Krupp'schen Bessemerwerke.[1])

b. Drahtseile. Drahtseile werden bei Personen- und Lastenaufzügen jetzt fast allgemein an Stelle der Ketten verwendet, weil sie einen ruhigeren Gang gewährleisten. Dagegen müssen die Leitrollen und Seiltrommeln grössere Durchmesser erhalten als Kettenrollen, weshalb die Seile bei Windewerken weniger verwendet werden. Die Durchmesser der Seilrollen und Trommeln sollen betragen bei Seilen, welche während des Betriebes vielfach nach entgegengesetzten Richtungen gebogen werden:

a) für geglühte Eisendrahtseile die 1800fache,
b) für blanke Eisendrahtseile die 1200fache
c) für blanke Drahtseile aus Tiegelgussstahl die 720fache

Drahtdicke. Wird dagegen das Seil stets nur nach derselben Seite gebogen, so genügt die Hälfte der angegebenen Werte für die Durchmesser jener Teile.

Die Befestigung des Seiles am Fahrkorb ist besonders sorgfältig auszuführen und geschieht mit Hilfe eines sog. Seilschlosses. Im übrigen ist die öftere genaue Untersuchung und wiederholte Probebelastung mit der 1 bis $1^1/_2$fachen Nutzlast zu empfehlen.

c. Hanfseile, Hanfgurte und Drahtgurte. Hanfseile finden bei feststehenden Aufzuganlagen in Fabriken meist nur als Zugseil zur

[1]) Alb. Pütsch, Die Sicherung der Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit im Fabrikbetriebe, S. 67. Berlin 1883.

Bewegung des Aufzuges Verwendung, wogegen sie als Lastseil hier sowohl als auch bei Krahnen wenig benutzt werden. Dagegen sind sie bei provisorischen Bauaufzügen und Flaschenzügen viel benutzt, weil sie infolge ihrer grösseren Biegsamkeit kleinere Leitrollen und Trommeln erfordern als die Drahtseile.

Hanf- und Drahtseilgurte werden ebenfalls als Tragorgan bei Aufzügen, sowie erstere vielfach bei Becherwerken und ähnlichen Hebevorrichtungen benutzt.

Sowohl bei den Gurten als auch bei den Hanfseilen ist die sorgfältige Überwachung die sicherste Unfallverhütungsmaassregel, die um so leichter durchzuführen ist, als sich das Schadhaftwerden zunächst immer durch Loslösen einzelner Strähne oder Fasern bemerkbar macht.

Besondere Sorgfalt haben chemische Fabriken auf die Untersuchung der verwendeten Hanfseile zu verwenden, weil hier ätzende Gase, z. B. Chlordämpfe, von sehr nachteiligem Einfluss auf dieselben sind.

d. Riemen werden als Tragorgane bei Aufzügen nur sehr selten benutzt, weil sie den Nachteil vieler Verbindungen haben und teuer in der Beschaffung sind.

A. Flaschenzüge.

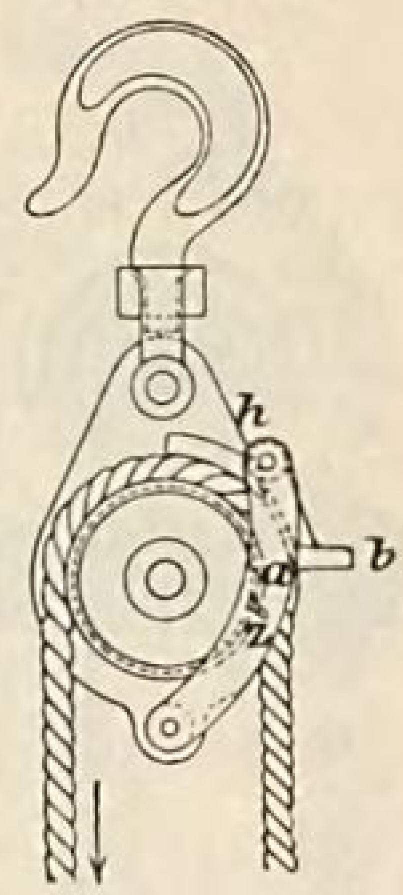
Die älteste Form des Flaschenzuges ist der bekannte Seilflaschenzug mit einem festen und einem losen Rollengehäuse. Richtige Konstruktion der Haken und sorgfältige Überwachung des Seiles vorausgesetzt, sind die Unfallgefahren dieses Flaschenzuges nur darin begründet, dass eine Selbsthemmung der frei schwebenden Last nicht stattfindet. Letztere sinkt daher ohne weiteres, sobald das Zugseil freigegeben wird, und kann Unfälle herbeiführen. Ausserdem können Unfälle, namentlich schwere Fingerverletzungen, dadurch entstehen, dass der Arbeiter, um die sinkende Last zu halten, den Versuch macht, das Seil an irgend einer Stelle zu erfassen, wobei er mit der Hand zwischen die gespannten Seile oder zwischen diese und die Rollen gerät.

Von den verschiedenen Anordnungen zur Selbsthemmung der Last sei hier nur die Seilklemme von Hawitt & Goff erwähnt.[1])

[1]) Vergl. Ernst a. a. O. Ebendaselbst sind auch die Seilbremse von Wilke und Lappe und das Klemmgesperre von Cramer ausführlich besprochen.

An dem unteren Stehbolzen der festen Flasche (Fig. 620) ist ein schmiedeeiserner Bügel a drehbar angebracht, welcher die konzentrisch zur Seilrolle gekrümmte Klemmbacke h trägt, die sich auf das Seil auflegen kann. Wird das rechte Seiltrum zum Heben der Last nach abwärts gezogen, so nimmt es die Klemmbacke mit, die nun das Seil auf der Rolle freigiebt, weil sich Hebel a nach auswärts bewegt, der in diesem Ausschlag durch den in einem Schlitz des Gehäuses gleitenden Zapfen z begrenzt wird. Ebenso ist auch die Klemmbacke durch den Bügel b an zu grossem Ausschlag gehindert. — Zieht man das Zugseil nach rechts oder links, oder nach aussen, bis es den Hebel a streift, und lässt es nun langsam zurücklaufen, so nimmt es letzteren mit, und die Klemme gelangt, da sie sich in konvergierendem Bogen zur Seilrolle bewegt, zu kräftiger Wirkung.

Fig. 620.



Seilklemme von Hawitt & Goff.

Wegen der mangelnden Selbsthemmung und wegen der mit der Rollenzahl erheblich wachsenden Seilwiderstände ist der Seilflaschenzug vielfach durch den bekannten Weston's Differentialflaschenzug verdrängt, der durch die eigenen Widerstände des Triebwerkes eine Selbsthemmung besitzt. Bei demselben ist darauf zu achten, dass die Kette nicht aus den Rollen springen kann, wofür verschiedene Sicherheitsvorrichtungen erfunden worden sind.[1])

Dieser Flaschenzug hat aber den Nachteil, dass infolge starker Abnutzung sowohl der in den Kettenrollen befindlichen Hervorragungen, als auch der Kettenglieder selbst, sehr bald ein Gleiten der Kette auf den Rollen eintritt, wodurch gefährliche, leicht zum Bruch der Kette führende Stösse entstehen. Es müsste daher jeder Differentialflaschenzug, bei dem sich ein Gleiten der Kette bemerkbar macht, sofort ausser Betrieb gesetzt werden.

Das Gleiten der Kette wird vollständig vermieden bei den Schraubenflaschenzügen mit Schneckenantrieb. Durch Anwendung einer Schnecke mit starker Steigung wird ein hoher Wirkungsgrad und durch Einführung einer Lastdruckbremse die Selbsthemmung der Last erzielt. Die älteste Konstruktion dieser Art ist die von E. Becker in Berlin (D. R. P. 10611).

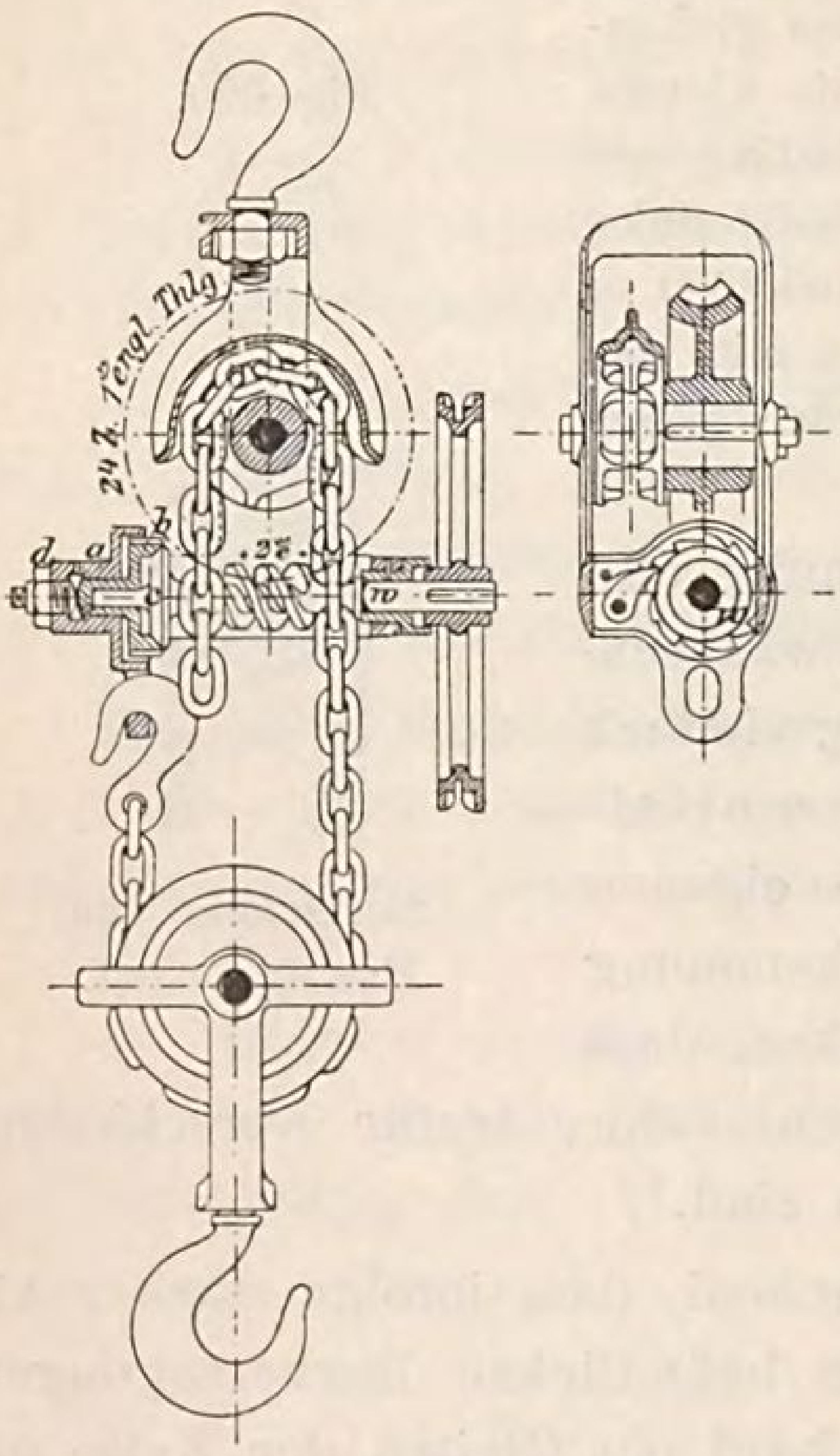
Die doppelgängige, mittels Kettenrad und Zugkette angetriebene Schnecke (Fig. 621 und 622, S. 664) greift in ein mit einer Kettennuss verbundenes Schneckenrad. Durch den Eingriff der Schnecke in das Schneckenrad entsteht in der Richtung ihrer Achse ein Druck, welcher durch die in die Büchse a des Gehäuses eingesetzte Stützschraube d aufgenommen wird. Das Ende der Schneckenwelle ist in einer Büchse b gelagert, die

[1]) Als Beispiel sei die Ausführung von Bergmann in Berlin (D. R.-P. 37461) erwähnt.

ihrerseits in der Büchse a läuft und beim Aufwinden der Last als Stützzapfen, beim Senken derselben aber als Stützlager dient. Für letzteren Zweck ist der Kuppelzapfen mit einer kegelförmig ausgedrehten Scheibe b versehen, in welche der entsprechend gestaltete Ansatz c der Schneckenwelle eingreift. Der äussere Umfang der Kegelscheibe b ist mit Sperrradverzahnung versehen, die zwar eine Drehung des Kuppelzapfens beim Lastheben, nicht aber beim Lastsenken gestattet. — Beim Heben der Last läuft der Kuppelzapfen gemeinsam mit der Schneckenwelle um, weil der Reibungswiderstand der Spurzapfenflächen wesentlich geringer ist als das Reibungsmoment der durch den Achsendruck in einander gepressten Kegelflächen. Sobald aber der Antrieb aufhört, will die sich selbst überlassene Last die entgegengesetzte Drehung hervorbringen; da aber durch die Wirkung der beiden Reibungskegel b und c die Schneckenwelle mit dem Kuppelzapfen gekuppelt ist, so verhindert dessen Sperrradverzahnung die Drehung. Die Last kann niemals von selbst sinken, sondern muss durch Ziehen an der Treibkette herabgelassen werden. Ausserdem ist der Verschleiss an Kette viel geringer als beim Differentialflaschenzug.

Ausser dieser Bauart sei noch auf die von Lüders (D. R.-P.), von Pohl[1]) und auf den Schraubenflaschenzug mit Pendelhemmung von Jungk (D. R.-P. 38759 und 52013) hingewiesen.

Fig. 621. Fig. 622.



Schraubenflaschenzug mit Schneckenantrieb von E. Becker.

B. Fusswinden.

Dieselben unterscheiden sich von den übrigen Hebezeugen dadurch, dass besondere Tragorgane (Seile, Ketten u. s. w.) nicht notwendig sind; sie greifen vielmehr die Last unmittelbar an, gestatten aber nur ein geringes Heben derselben. Sie werden von Hand bedient und sind als Zahnstangen-, Schrauben- und hydraulische Winden zu unterscheiden.

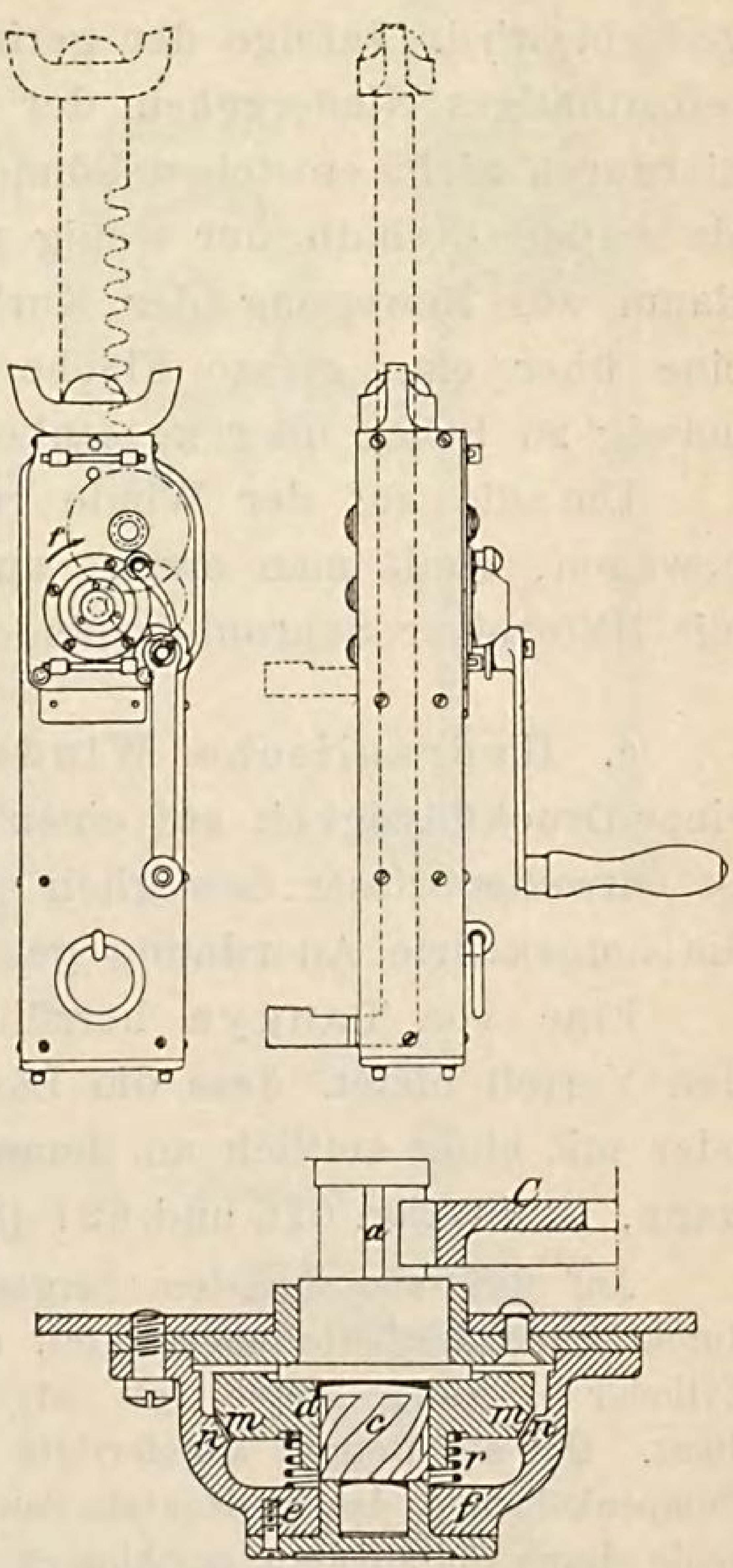
a. Zahnstangenwinden. Nach der älteren und allgemein üblichen Bauart haben dieselben nur durch eine Handkurbel bethätigten

[1]) Vergl. Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung, Bd. I, S. 305. Berlin 1889.

Stirnräderantrieb. Als einzige Sicherung gegen unbeabsichtigtes Niedergehen der Last dient ein auf der Kurbelwelle sitzendes Sperrrad und der am Windengehäuse angebrachte Sperrkegel. Da dieser beim Senken der Last ausgelöst werden muss, so liegt die Gefahr nahe, dass die Kurbel dem Arbeiter entgleitet oder dass derselbe nicht im stande ist, die niedergehende Last mit der Kurbel zu halten. In beiden Fällen kann der Arbeiter durch die nun schnell umlaufende Kurbel schwer verletzt werden.

Diese Gefahren sind bei der Zahnstangenwinde mit Bremsvorrichtung der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft in Grafenstadten (Fig. 623 bis 625) vollständig beseitigt.[1])

Fig. 623 bis 625.



Zahnstangenwinde mit Bremsvorrichtung der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft.

Der Antrieb erfolgt durch Kurbel mit doppeltem Stirnrädervorgelege; auf der Welle der ersteren sitzt ausserhalb des Gehäuses ein Sperrrad. Das auf der Zahnstangentriebwelle befestigte Vorgelegerad C greift noch in einen zweiten Trieb a (Fig. 625), welcher das Ende der mit steilem Schraubengewinde c versehenen Welle der Bremsvorrichtung bildet. Auf diesem Gewinde sitzt eine Scheibe d, deren kegelförmige Reibungsfläche m sich gegen eine entsprechende Fläche n der am Windenbock befestigten Büchse e legen kann. Die Scheibe d wird durch eine Spiralfeder r nach einwärts gedrückt, wodurch die Reibungsflächen m und n beim Aufwinden der Last, bei dem sich Welle c in der Pfeilrichtung (Fig. 623) dreht, ausser Berührung kommen. Dasselbe findet statt, solange die Last mit Hilfe der Kurbel langsam gesenkt wird. Giebt man aber letztere frei, so erzeugt die sinkende Last eine so rasche Drehung des Rädchens a, dass die Scheibe d, die Wirkung der Feder überwindend, auf dem Gewinde c nach aussen gleitet, bis zwischen den Kegelflächen m und n eine kräftige Bremswirkung entsteht, welche die Last sehr schnell zum Stillstand bringt. Diese Wirkung tritt nach etwa $^1/_8$ Kurbeldrehung ein, so dass dem Arbeiter keinerlei Gefahr erwächst.

[1]) Sammlung von Vorrichtungen und Apparaten zur Verhütung von Unfällen. Herausgegeben von der Gesellschaft zur Verhütung von Fabrikunfällen zu Mülhausen i. E. II. Auflage, Mülhausen i. E. 1895.

Dieselbe Sicherheit bietet auch die Zahnstangenwinde mit Schneckenantrieb von Gebr. Dickertmann in Bielefeld,[1]) deren Kurbelwelle eine Schnecke trägt, die in ein Schneckenrad greift, von dessen Achse aus der Zahnstangentrieb bethätigt wird.

b. Schraubenwinden. Bei diesen Winden ruht die Last unmittelbar auf einer Schraubenspindel, die entweder selbst oder deren Mutter gedreht wird. Infolge der geringen Steigung der Schraube ist zwar ein selbstthätiges Niedergehen der Last unmöglich, so dass Betriebsunfälle hierdurch nicht entstehen können, dagegen ist der Nutzeffekt sehr gering; sie finden deshalb nur wenig und wohl nur da Anwendung, wo es an Raum zur Bewegung der Kurbel fehlt oder wo es darauf ankommt, eine über eine grosse Fläche verteilte Last an allen Punkten gleichmässig zu heben oder zu senken.[2])

Um die auf der Winde ruhende Last in horizontaler Richtung zu bewegen, stellt man erstere auf einen kräftigen Schlitten, auf dem sie mit Hilfe einer Schraubenspindel verschoben werden kann.[3])

c. Hydraulische Winden. Die Last wird durch Einwirkung einer Druckflüssigkeit auf einen hydraulischen Kolben gehoben, und zwar ist entweder dieser beweglich und der Zylinder feststehend, oder es ist die umgekehrte Anordnung getroffen.

Eine von Tangye herrührende Winde der letzteren Art, welche den Vorteil bietet, dass die Last entweder mit dem Kopf des Zylinders oder mit einer seitlich an demselben angebrachten Klaue erfasst werden kann, ist in Fig. 626 und 627 (S. 667) abgebildet.[4])

Auf dem aus Gusseisen hergestellten feststehenden Kolben a verschiebt sich, durch Ledermanschette abgedichtet, der in Schmiedeeisen oder Stahlguss ausgeführte Zylinder b, dessen oberer, fest mit ihm verbundener Kopf als Flüssigkeitsbehälter dient. Der aus Rotguss angefertigte Pumpenkörper m enthält unmittelbar unter dem Pumpenkolben d das horizontale Saugventil g und das vertikale Druckventil h, die beide durch Spiralfedern geschlossen gehalten werden. Der Pumpenkolben wird vom Handhebel f aus mittels des Daumens l bewegt. Beim Heben der Last ist der Hebel f dicht an den Windenkopf heranzurücken (vergl. Schnitt AB); sein Ausschlag wird durch die Knaggen i_1 so begrenzt, dass der Kolben d die Ventile nicht berühren kann. Damit sich der Zylinder auf dem Kolben nicht drehen kann, ist in seinen unteren Rand eine Schraube eingesetzt, die in eine Nut des Kolbens, deren Länge gleichzeitig die

[1]) Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung, Bd. I, S. 308.

[2]) Eine derartige Anwendung kommt z. B. bei dem Bau und der Aufstellung von Gasometerglocken u. dergl. vor.

[3]) Abbildung siehe Ernst, a. a. O.

[4]) Ernst, a. a. O., Tafel 36.

Hubhöhe bestimmt, eingreift. Um die Last zu senken, muss der Handhebel f so weit nach aussen geschoben werden, dass der Knaggen i frei am Pumpenkörper vorüber geht und Ansatz i_1 den Ausschlag bestimmt. Der Pumpenkolben d kann dann so weit herabgedrückt werden, dass seine Verlängerung k das Druckventil h niederdrückt, zu welchem Zweck die Führungsstange des Saugventils innerhalb der Kammer ringförmig erweitert ist. Sobald k in diese Erweiterung eintritt, schiebt die am Pumpenkolben angebrachte Nase m die Führungsstange des Saugventils zur Seite und öffnet letzteres. Die über dem Presskolben stehende Druckflüssigkeit kann nun durch beide Ventile nach ihrem Behälter zurückfliessen, die Last wird mit einer, der Grösse der Ventilöffnungen entsprechenden Geschwindigkeit sinken.

Durch zufällige oder unrichtige Verschiebung des Handhebels f kann ein nicht beabsichtigtes, gefahrbringendes Sinken der Last eintreten. Man hat daher, um solche Zufälle zu verhüten, den Hebel f fest auf die Daumenwelle aufgekeilt und zwischen Treibzylinder und Flüssigkeitsbehälter ein besonderes Rücklaufventil angeordnet (Fig. 628), welches erst vom Arbeiter geöffnet werden muss, bevor die Last sinken kann. Durch grössere oder geringere Öffnung dieses Ventils wird die Senkgeschwindigkeit geregelt.

Eine andere Bauart hydraulischer Winden ist die sog. Daumenkraft, bei welcher an dem vertikalen Presszylinder ein besonderes horizontal gerichtetes Pumpengehäuse angebracht ist.

Als Druckflüssigkeit ist entweder Öl oder ein Gemisch von einem Teil Glyzerin, einem Teil Spiritus und zwei Teilen Wasser zu verwenden.

Fig. 626. Fig. 627.

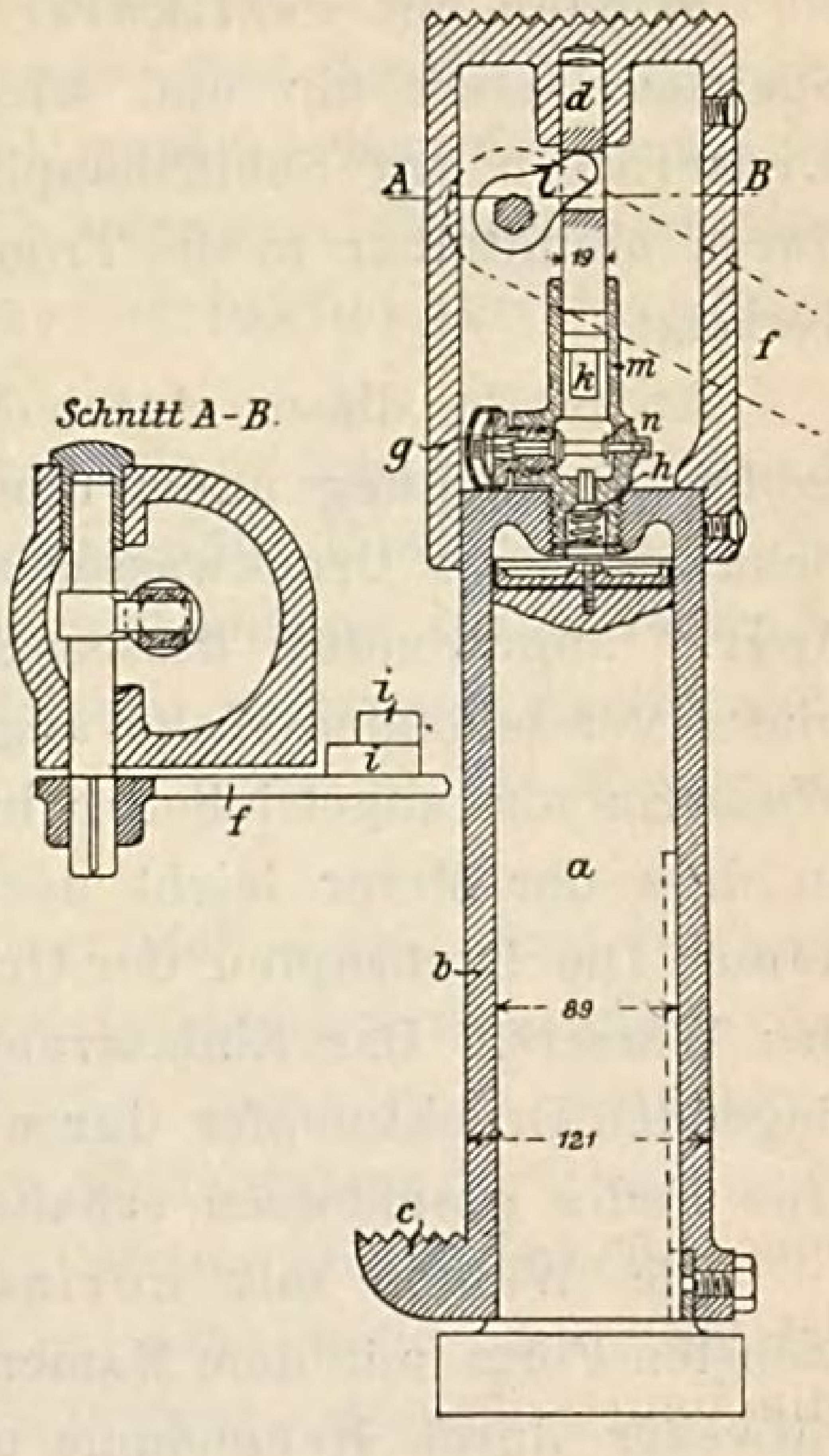
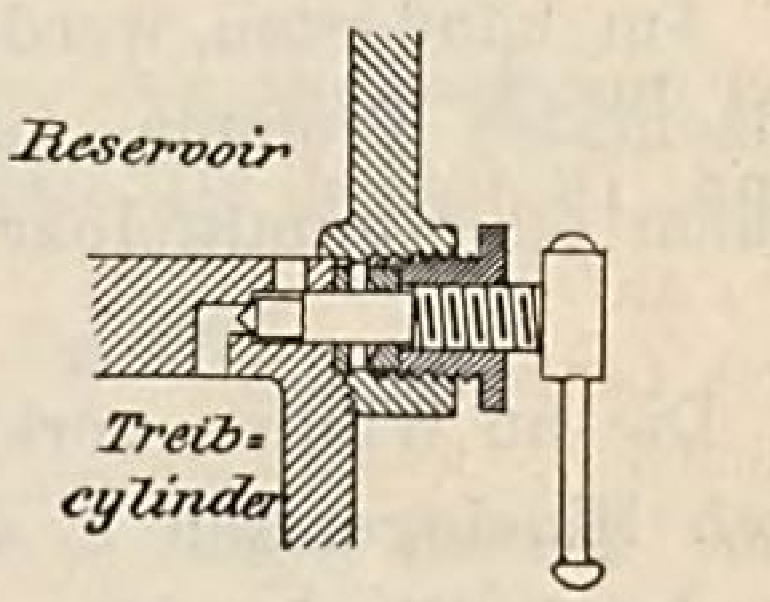


Fig. 628.



Rücklaufventil.

Hydraulische Winde von Tangye.

C. Windewerke oder Winden.

Während die Fusswinden die zu hebende Last unmittelbar angreifen, wird diese bei den Windewerken oder Winden durch Ketten oder Seile mit der Maschine verbunden. Die Förderhöhe der Last ist daher viel weniger beschränkt als bei den Fusswinden, auch kann die Last sowohl

in vertikaler als auch in geneigter Richtung gefördert werden. Hinsichtlich der Windetrommeln ist das in der Einleitung Gesagte zu beachten; sie werden entweder vertikal oder horizontal angeordnet.

Winden mit vertikaler Trommel kommen, abgesehen von den in Speichern noch hin und wieder anzutreffenden, hauptsächlich als sog. Erdwinden auf Schiffsbauplätzen u. s. w. zur Verwendung und werden durch unmittelbar in die Trommel eingesteckte Hebebäume in Umdrehung versetzt.

An Stelle dieser durch Menschenkraft betriebenen, leicht transportablen Vorrichtung findet man da, wo die Winde einen ständigen Platz behält und wo Druckwasser zur Verfügung steht, das „hydraulische Spill" angewendet, dessen Seiltrommel auf einer unterhalb der Grundplatte vorstehenden Welle angebracht ist, die durch einen dreizylindrigen Wassermotor angetrieben wird. Die Grundplatte ist um 180^0 drehbar, so dass der Motor leicht nach oben gebracht und nachgesehen werden kann. Die Drehzapfen der Grundplatte dienen als Zu- und Abflussröhren des Wassers. Das Einlassventil wird mittels eines in der Grundplatte liegenden Druckknopfes durch den Fuss des Arbeiters geöffnet und durch eine Feder geschlossen erhalten.[1])

Die Winden mit horizontaler Trommel werden in ihrer einfachsten Form mit dem Namen „Haspel" bezeichnet, dessen Seiltrommel entweder durch Hebebäume oder durch Kurbel unmittelbar angetrieben wird; der Haspel ist daher nur für geringe Lasten geeignet.

Am häufigsten werden Winden mit Räderwerk zum Antrieb der horizontalen Trommel angewendet und entweder von Hand oder durch Riemen oder unmittelbar durch einen Motor angetrieben.

Die an Winden vorkommenden Unfälle können herbeigeführt werden: durch Hineingeraten in die Rädervorgelege, durch Herabstürzen der Last und durch Hineingeraten in die Antrieborgane, d. h. in die Kurbeln oder Riemen oder Motoren. Die hiergegen zu ergreifenden Schutzmaassregeln sind mehr oder weniger allgemeiner Natur, so dass dieselben hier vor der Besprechung der einzelnen Bauarten der Winden behandelt werden mögen.

Die Räderwerke anlangend, so sind dieselben so anzuordnen oder so zu verkleiden, dass die Arbeiter weder beim Aufwinden, noch beim Senken der Last in dieselben geraten können. Die Abmessungen der Räder sind selbstverständlich der grössten zulässigen Belastung

[1]) Abbildung siehe Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I, S. 311.

entsprechend zu wählen; letztere muss an jeder Winde in deutlicher Weise angegeben sein, damit die Arbeiter sogleich wissen, wie viel sie der Maschine zutrauen dürfen.

Das Herabstürzen der Last kann, abgesehen von Brüchen der einzelnen Teile der Winde oder der Lastkette oder von ungenügender Befestigung der Last, dadurch herbeigeführt werden, dass der Antriebsmechanismus (Handkurbel, Riemen u. s. w.) versagt. Gegen derartige Unfälle bieten die Sperrzeuge und Bremsvorrichtungen die nötige Sicherheit.

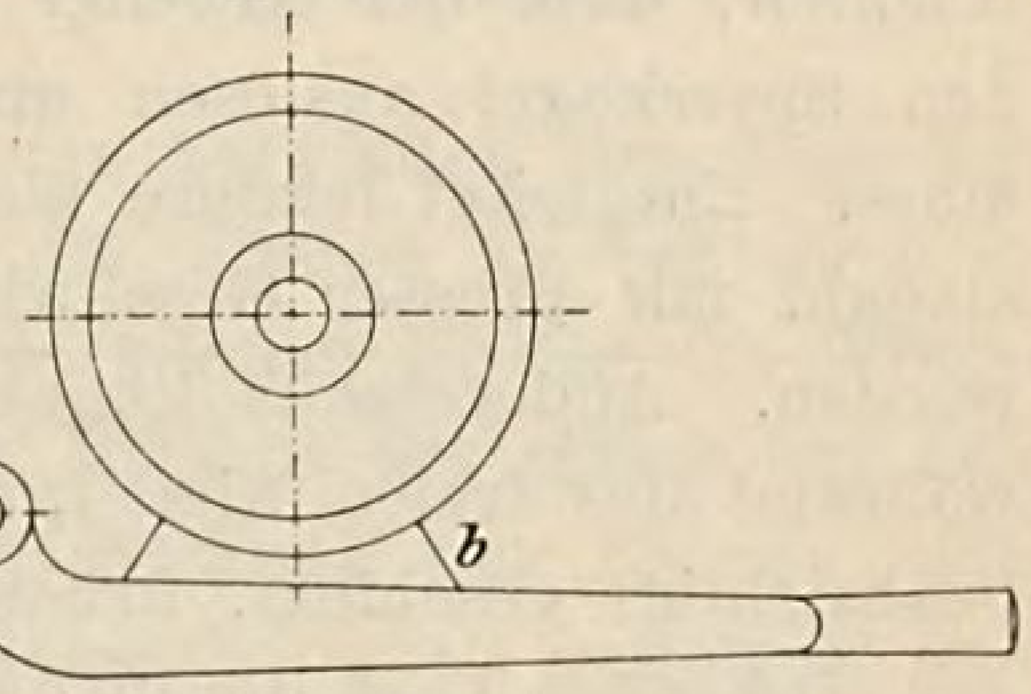
Die Sperrzeuge[1]) dienen dazu, die angehobene Last frei schwebend zu erhalten; sie sind entweder Zahngesperre oder Klemmgesperre.

Die Zahngesperre bestehen aus dem, gewöhnlich auf der Trommelwelle festsitzenden Sperrrad und dem am Gestell befestigten Sperrkegel, der, in die Zähne des ersteren eingreifend, die Drehung der Trommelwelle im Sinne der Lastsenkung verhindert.

Bei dem Klemmgesperre dagegen legt sich gegen den Umfang einer auf der Trommelwelle fest aufgekeilten zylindrisch oder keilförmig abgedrehten Scheibe ein zu seinem Drehpunkte exzentrisch gestalteter Backen, der so angeordnet ist, dass er beim Niedergange der Last durch die am Unfange jener Scheibe entstehende Reibung mitgenommen wird. Vermöge seiner exzentrischen Gestalt legt er sich immer fester an die Scheibe und verhindert dadurch die weitere Drehung derselben, so dass die Last festgehalten wird.

Die Bremsen dienen sowohl zum Festhalten der angehobenen Last als auch zur Regulierung der Senkgeschwindigkeit der letzteren; beide Zwecke werden erreicht durch Einführung eines Reibungswiderstandes in das Triebwerk der Winde. Die Bremsen werden entweder von Hand bedient oder sind selbstthätig. Die wichtigsten Formen der ersteren sind folgende:

Fig. 629.



Backenbremse.

Die Backenbremse besteht aus einer Scheibe, gegen deren zylindrisch oder kegelförmig abgedrehten Umfang ein hölzerner oder eiserner Klotz mittels Hebel angedrückt wird. Der Drehpunkt a dieses Hebels (Fig. 629) soll in der durch den Angriffspunkt b des Bremsbackens gelegten Tangente liegen, damit die Umfangsreibung der Bremsscheibe ohne Einfluss auf die Hebelbewegung bleibt,

[1]) In diesem und den folgenden Abschnitten ist hauptsächlich Ernst's Werk, „Die Hebezeuge" benutzt worden.

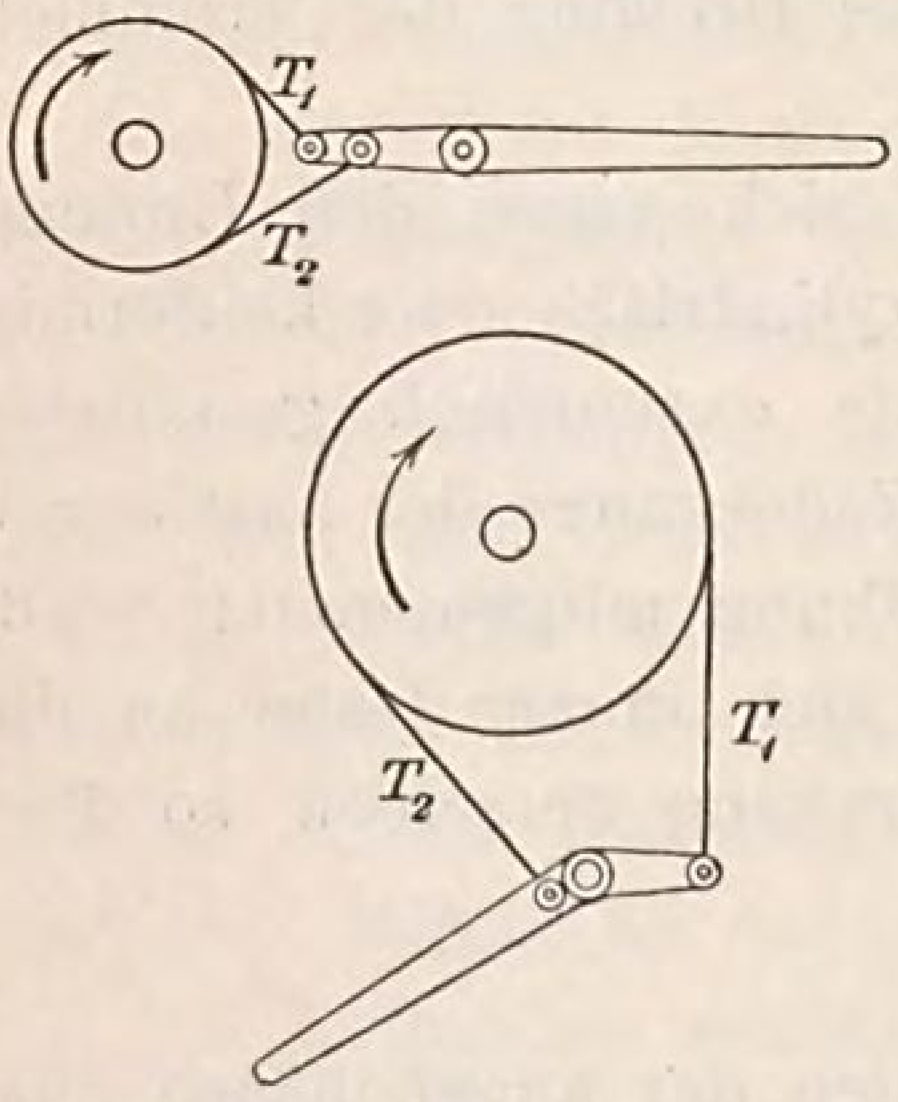
weil anderenfalls das sichere Urteil des Arbeiters über die Bremswirkung beeinträchtigt wird. Auch muss der Bremshebel so angeordnet sein, dass er die Bewegung der Bremsscheibe durch sein eigenes Gewicht nicht beeinflusst.

Die Kegelbremse. Auf der zu bremsenden Welle ist ein Hohlkegel festgekeilt, in welchem ein entsprechender, frei auf der Welle verschiebbarer Vollkegel mittels Hebels eingerückt werden kann. Der Vollkegel ist in diesem Hebel undrehbar gelagert, bildet mithin den Bremsklotz für den Vollkegel.

Die Bandbremse besteht aus einem, den Umfang der Bremsscheibe umschliessenden, durch Hebelwerk fest an denselben anzuziehenden elastischen Band. Dasselbe soll einen möglichst grossen Teil des Scheibenumfanges umschliessen, weil dadurch der Bremswiderstand erhöht und einseitiger Achsendruck auf die Bremswelle verhindert wird.

Die einfache Bandbremse hat die in Fig. 630 gezeichnete Anordnung. Erfolgt die Lastsenkung bei der durch den Pfeil angedeuteten Drehungsrichtung, so muss das dabei auflaufende Bandende T_2 am Drehpunkte, das andere Bandende T_1 aber am kurzen Arm des Bremshebels befestigt sein. Letzterer ist so anzuordnen, dass die Bremse durch sein Gewicht nicht gespannt wird.

Fig. 630 und 631.



Einfache und Differential-Bandbremse.

Bei der Differential-Bandbremse sind beide Enden des Bremsbandes am Hebel befestigt. Das bei der Lastsenkung auflaufende Bandende T_2 (Fig. 631) muss die Wirkung des auf den Hebel ausgeübten Druckes unterstützen und muss stets am kürzeren Hebelarm angreifen. Die Anordnung kann verschieden getroffen werden.

Die bisher besprochenen Bremsen sind so eingerichtet, dass sie im ruhenden Zustande ungespannt sind und nur zwecks Senkens oder Festhaltens der schwebenden Last angezogen werden. Sie haben daher den Nachteil, dass der Arbeiter, bevor er zur Lastsenkung schreiten kann, den Sperrkegel auslösen und dabei gleichzeitig die Kurbel festhalten muss. Entgleitet letztere hierbei seinen Händen, so kann er durch die alsbald mit grosser Geschwindigkeit umlaufende Kurbel schwer verletzt werden. Andererseits können auch, wenn der Arbeiter den Sperrkegel während des freien Niederganges der Last einlegt oder wenn dies unbeabsichtigt geschieht, Brüche im Windewerk entstehen, weil das Moment der sinkenden Last durch das Sperrzeug plötzlich aufgehoben werden soll.

Diese Übelstände sind bei der Sperrradbremse vermieden, indem sie im ruhenden Zustande stets geschlossen ist, daher die Last stets schwebend erhält, die nur dann gesenkt werden kann, wenn vorher die Bremse gelöst wurde. — Beim Aufwinden der Last darf die Bremse den Umlauf des Windewerkes nicht hindern, sie muss daher während dieser Arbeit ausgeschaltet, bei der rückläufigen Bewegung aber ein-

geschaltet werden. Beides erreicht man dadurch, dass man die Bremsscheibe lose auf einer Welle des Triebwerkes anordnet, mit der sie durch ein einseitig wirkendes Gesperre gekuppelt werden kann. Zu diesem Zweck kann entweder das Sperrrad mit dem Triebwerk fest verbunden und der Sperrkegel-Drehzapfen in der losen Bremsscheibe befestigt sein, oder Sperrrad und Bremsscheibe sind miteinander fest verbunden, während der Sperrkegel mit dem Triebwerk beständig umläuft. In beiden Fällen wirkt das Sperrrad so lange, wie die Bremse gespannt ist, genau wie jedes gewöhnliche Sperrrad, d. h. es hält die angehobene Last frei schwebend; bei gelüfteter Bremse aber dient es als Mitnehmer für die Bremsscheibe und als Kupplung zwischen dieser

Fig. 632.

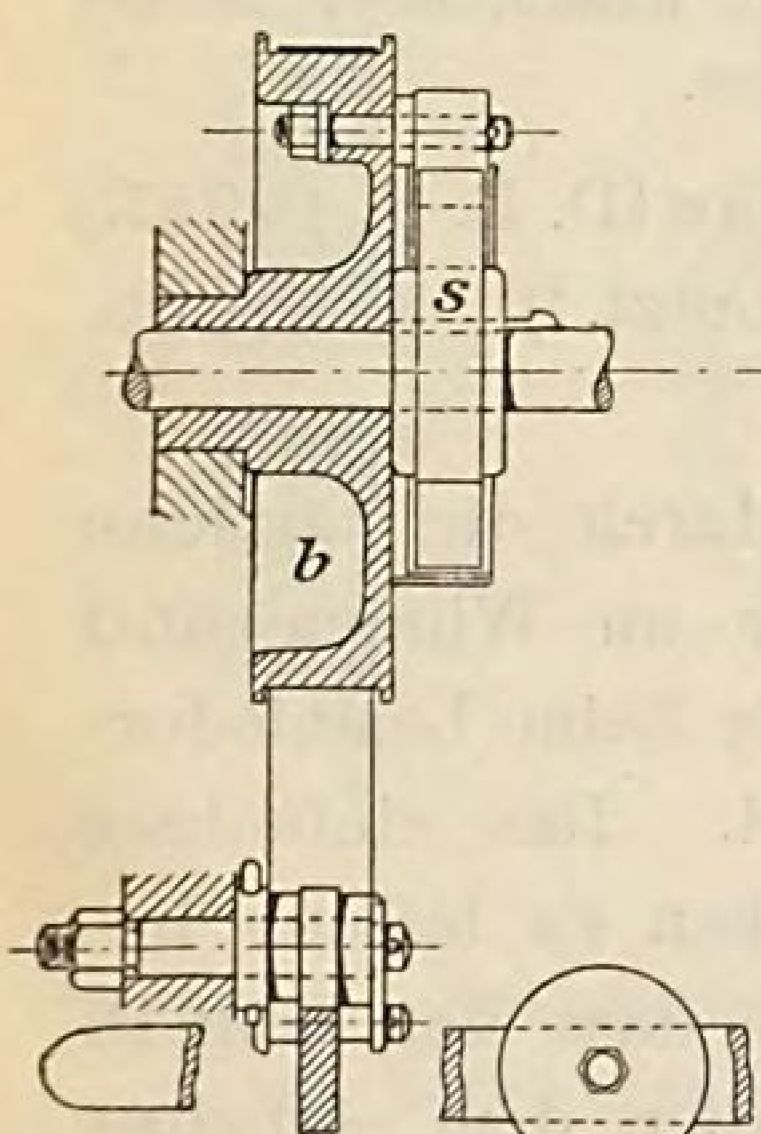
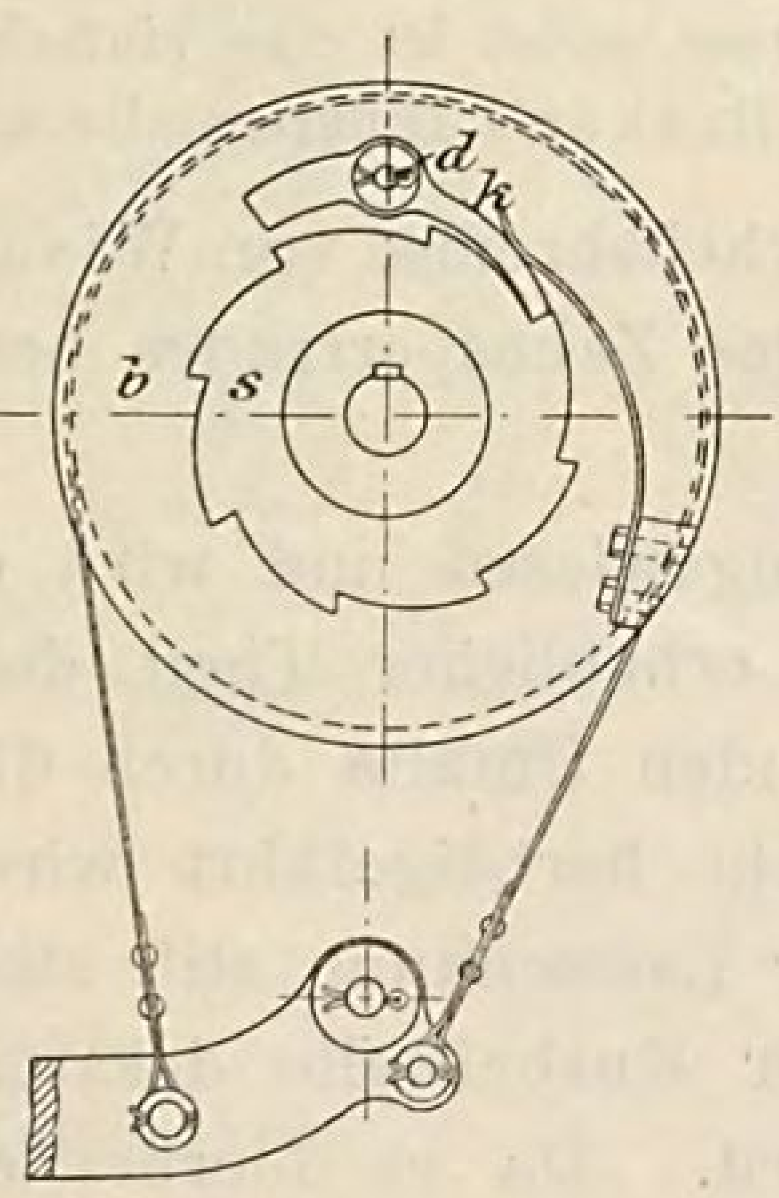
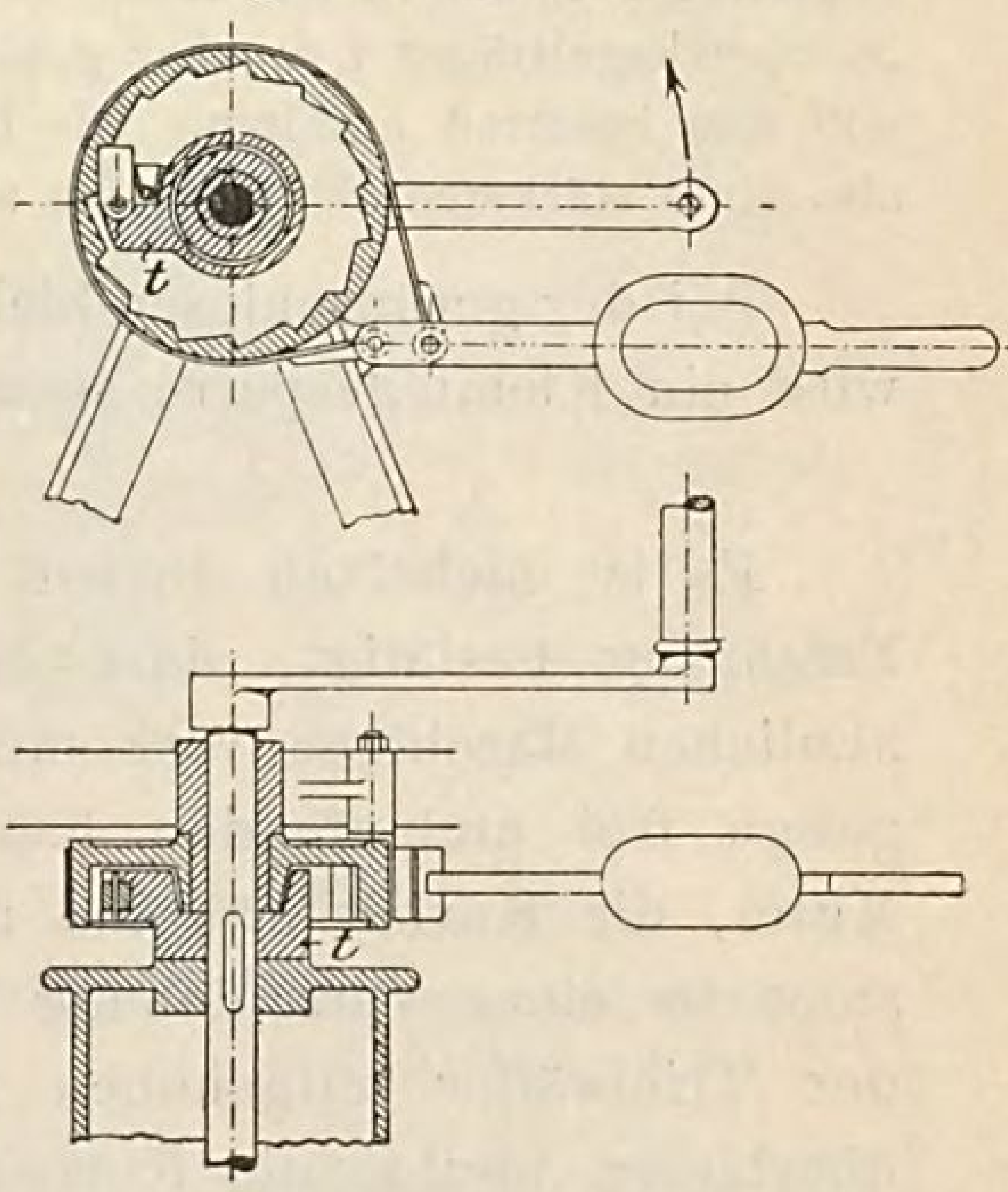


Fig. 633.



Sperrradbremse von E. Becker.

Fig. 634 und 635.



Klinkenbremse von Henkel.

und dem Triebwerk. Der Arbeiter hat beim Aufwinden der Last nur die Kurbel, beim Senken der Last nur die Bremse zu bedienen. — Durch plötzliches Loslassen des Bremshebels können Brüche im Windewerk nicht entstehen, weil die Bremse das Moment der sinkenden Last nur allmählich aufhebt; demnach darf die Wirkung der Bremse nicht zu kräftig oder gar bis zur vollständigen Selbstthätigkeit gesteigert sein, vielmehr darf sie nur für das Festhalten der grössten zulässigen Last berechnet werden.

Als Beispiel einer solchen Sperrradbremse sei hier zunächst die von E. Becker in Berlin angeführt, die als „Festbremse“ bezeichnet wird.

Die Bremsscheibe b (Fig. 632 u. 633) ist lose und neben ihr das Sperrrad s fest auf derselben Welle des Treibwerks angebracht. In ersterer ist der Drehbolzen d des durch eine Feder in beständigem Eingriff mit dem Sperrrad erhaltenen Sperrkegels k be-

festigt. Die Bremse selbst ist eine Differentialbremse mit konstanter Gewichtsbelastung und stets geschlossen; die Bremsscheibe derselben ist mit ihrer Nabe, die gleichzeitig das Lager der Welle bildet, im Windengestell gelagert und steht in demselben still. Beim Aufwinden der Last gleitet das Sperrrad ungehindert unter dem Sperrkegel fort. Wird aber die Kurbel freigegeben, so wird die sinkende Last sofort durch die Bremse gehalten, weil das Sperrrad durch den Sperrkegel mit der vom Bremsband festgehaltenen Bremsscheibe gekuppelt wird. Das Senken der Last ist nur durch entsprechendes Anheben des Bremshebels zu ermöglichen. Infolge der Lagerung der Bremsscheibe im Gestell wird durch die Bremse kein Druck auf die Welle ausgeübt.

Bei der Klinkenbremse von Henkel (D. R.-P. 9761) bilden Bremsscheibe und Sperrrad ein Ganzes, indem erstere innen verzahnt ist.

Die Bremsscheibe (Fig. 634 und 635, S. 671) sitzt lose auf der zapfenförmigen Verlängerung des der Welle als Lager dienenden Gestellauges, während der Sperrkegelträger t, der in das Innere der Bremsscheibe tritt, fest auf der Welle sitzt. Der im Sperrkegelträger t drehbar gelagerte Sperrkegel wird durch eine Feder in Eingriff mit dem Sperrrad erhalten. Die Bremse selbst ist eine einfache Bandbremse, bedarf also eines stärkeren Hebeldruckes als Becker's Differentialbremse.

Bei der geräuschlosen Sicherheitsbremse von Wische (D. R.-P. 10953) wird ein Klemmgesperre statt des Zahnsperrrades benutzt.[1])

Es ist mehrfach darauf hingewiesen und wird durch die tägliche Erfahrung bestätigt, dass ein erheblicher Theil der an Winden und ähnlichen Maschinen vorkommenden Unfälle durch die beim Lastniedergange frei umlaufenden Kurbeln herbeigeführt wird. Das einfachste Mittel, die Kurbel während der Lastsenkung still stehen zu lassen, besteht in einer Verschiebung der Kurbelwelle derart, dass der Eingriff der Triebräder aufgehoben wird. Da es hierbei aber dem Arbeiter überlassen bleibt, die Kurbelwelle auszurücken oder nicht, so ist eine solche Vorrichtung ungenügend. Der Stillstand der Kurbel kann gefahrlos nur durch die zwangsweise Auskupplung der letzteren während des Lastniederganges bewirkt werden.

Diesen Zweck erfüllen die Sicherheitskurbeln. Der Mehrzahl nach sind sie ausserdem mit der Bremse in unmittelbare Verbindung gebracht, so dass sowohl das Heben als auch das Senken der Last unter Beihilfe der Bremse bewerkstelligt wird. Kurbel und Bremsapparat bilden entweder einen einzigen Teil, oder beide sind getrennt, aber so in gegenseitige Abhängigkeit gebracht, dass das Ausschalten der Kurbel gleichzeitig das Einschalten der Bremse bedingt. Da hier nur wenige Beispiele solcher Vorrichtungen angeführt werden können, sei im übrigen auf das mehrfach erwähnte Werk von Ernst verwiesen.

[1]) Ernst, a. a. O.

Die Sicherheitskurbel von Burgdorf & Brandenburg (D. R.-P. 16030) überträgt die Antriebskraft der Kurbel durch Reibung einer Ringfeder am inneren Umfange einer Reibungstrommel auf das Triebwerk.

Auf der Kurbelwelle (Fig. 636 u. 637) sitzt lose die mit dem angegossenen Vorgelegetrieb z versehene Reibungstrommel t, in welcher sich die mit ihren beiden Enden an den Doppelhebeln h_1 und h_2 befestigte Ringfeder befindet. Die Drehzapfen c_1 und c_2 dieser Hebel sind in dem auf der Kurbelwelle gleichfalls lose sitzenden Reibungssperrrad s befestigt, welches mit dem exzentrischen Klemmbacken k ein Klemmgesperre bildet. Zwischen den beiden Teilen t und s sitzt fest auf der Welle die mit den beiden daumenartigen Ansätzen v_1 und v_2 versehene Mitnehmerscheibe m, ebenso ist die Kurbel auf der Welle befestigt. — Wird die Kurbelwelle zum Aufwinden der Last

Fig. 636.

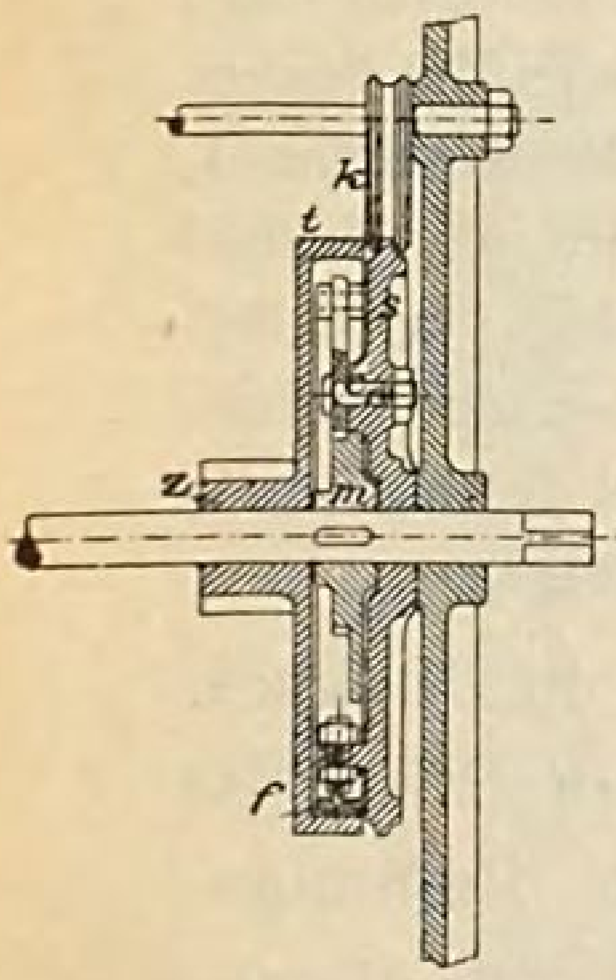


Fig. 637.

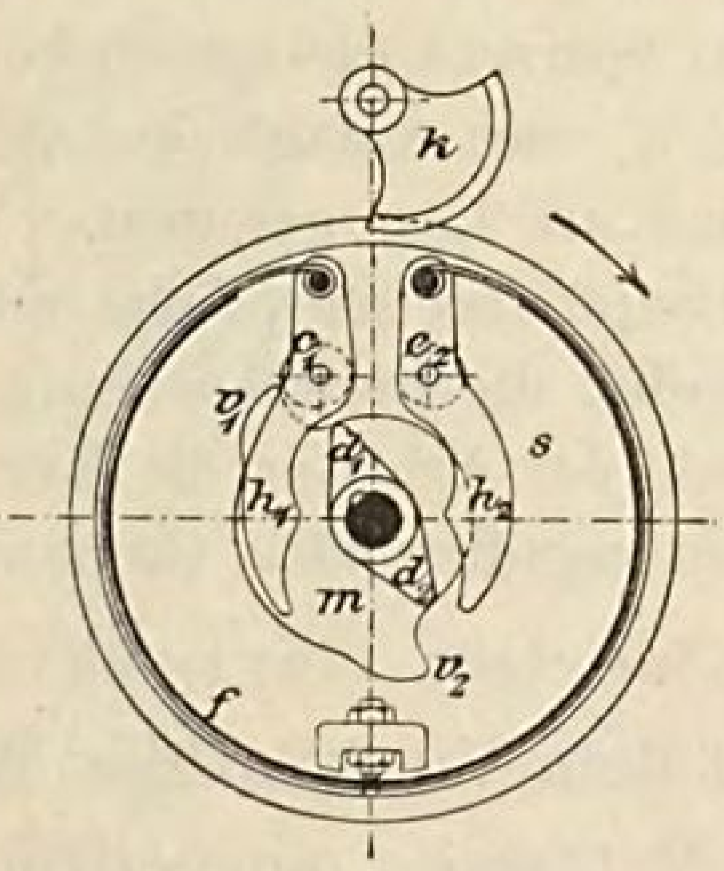


Fig. 638.

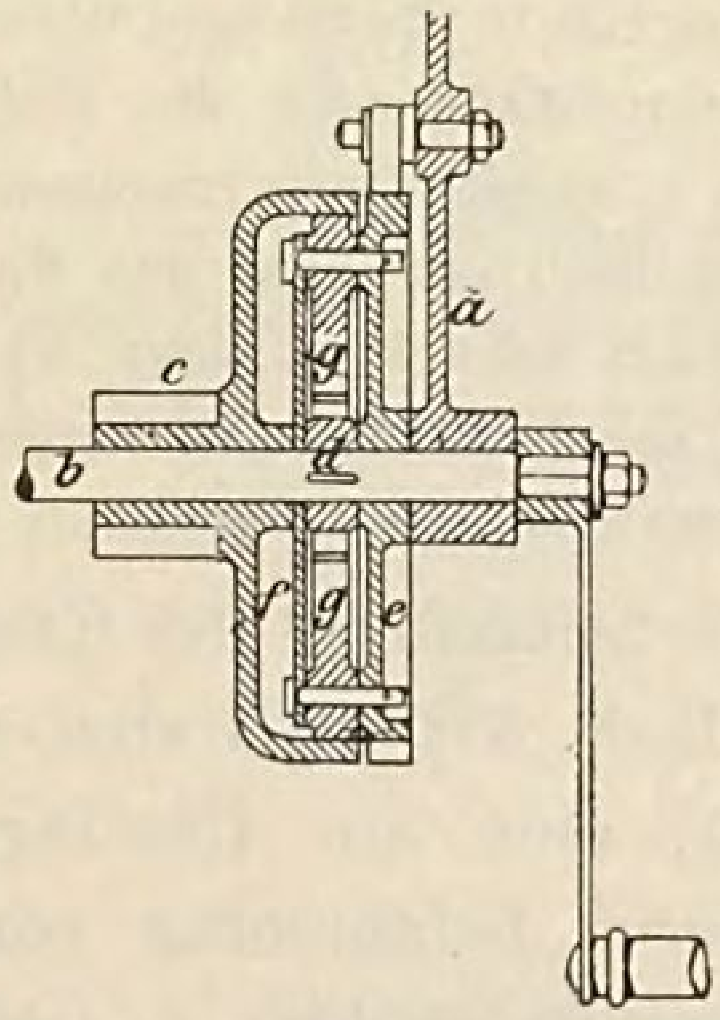
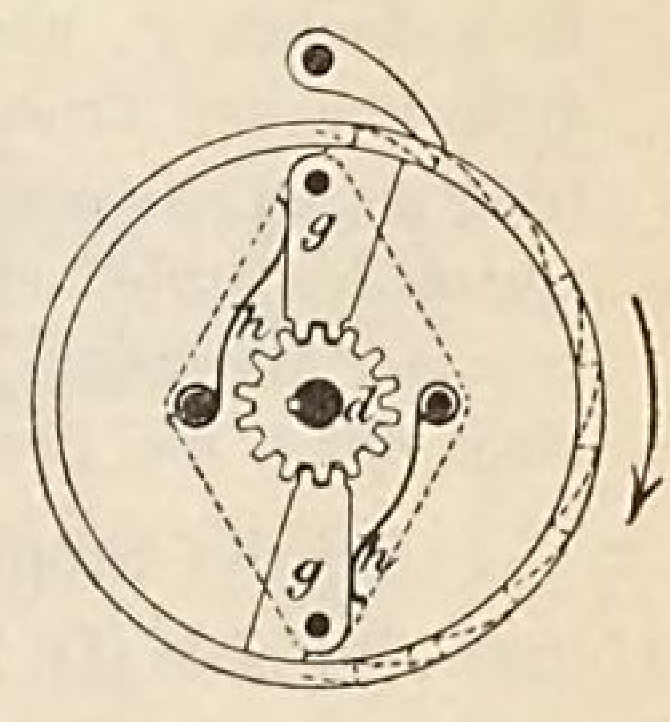


Fig. 639.



Sicherheitskurbel von Burgdorf & Brandenburg.

Sicherheitskurbel mit Bremsbacken von E. Becker.

in der Pfeilrichtung gedreht, so legt sich der Ansatz v_1 der Mitnehmerscheibe gegen das Befestigungsauge des Bolzen c_1 und nimmt die Sperrscheibe s mit, die durch den Kegel k an dieser Drehung nicht gehindert wird. An letzterer nimmt auch die Feder f teil, deren Spannung so gross gewählt ist, dass ihre Reibung am Umfange der Trommel t der grössten zulässigen Last das Gleichgewicht hält; es wird demnach auch t an dieser Drehung teilnehmen und die Last gehoben werden. Lässt man die Kurbel los, so bleibt die Reibungskupplung geschlossen, die rückläufige Bewegung des Sperrrades wird durch die Klemme k gehindert, und die angehobene Last bleibt frei schweben. Will man die Last senken, so drückt man die Kurbel zurück, wobei das Sperrrad, durch die Klemme k gehalten, stehen bleibt, so dass nur die Mitnehmerscheibe m an dieser Drehung teilnehmen kann. Beim Zurückdrücken der Kurbel treten aber die Daumen d_1 und d_2 der Mitnehmerscheibe zwischen die zangenartigen Verlängerungen der Federhebel h_1 und h_2 und drängen dieselben auseinander. Hierdurch wird die Feder vom Trommelumfange t abgezogen und die von ihr erzeugte Reibung mehr oder weniger vermindert, so dass die Last mit einer dieser Bremsreibung entsprechenden Geschwindigkeit sinkt. Lässt der Arbeiter die Kurbel los, so geht die Feder alsbald in ihre ursprüngliche Lage zurück, die Kupplung wird wieder geschlossen und die Last festgehalten, weil sich die Kupplung gegen das Klemm-

gesperre stützt. Der Apparat ist sowohl für rechts- als auch für linksdrehende Kurbeln brauchbar, wenn die Klemme k entsprechend aufgesetzt wird; ebenso eignet er sich für Haspelradantrieb und schützt, da die Federspannung nur der grössten Last entsprechend gewählt ist, vor jeder Überlastung der Winde.

Ähnlich eingerichtet ist die Sicherheitskurbel der Gebr. Weissmüller in Bockenheim bei Frankfurt a. M.[1])

Die Sicherheitskurbel mit Bremsbacken von E. Becker in Berlin zeigen Fig. 638 und 639 (S. 673).[2])

Die in der Gestellwand a gelagerte Kurbelwelle b trägt lose den Vorgelegetrieb c, welcher mit der am inneren Umfange ausgedrehten Bremstrommel zusammengegossen ist. Auf der Welle a sitzen fest die Kurbel und der aus Stahlguss hergestellte Trieb d, dagegen lose das Sperrrad e, sowie die mit letzterem durch Stehbolzen verbundene Blechscheibe f. Auf zweien dieser Stehbolzen befinden sich die mit Verzahnung in den Trieb d eingreifenden Bremsbacken g. Dreht man die Kurbel in der Pfeilrichtung, wobei der immer eingelegte Sperrkegel über das Sperrrad gleitet, so kommen die beiden Bremsbacken g, unterstützt durch die Federn h, zur Anlage an die Bremstrommel, diese und der Trieb c werden mitgenommen und die Last gehoben. Wird die Kurbel freigegeben, so wird die Last durch den Sperrkegel frei schwebend erhalten; wird dagegen die Kurbel etwas zurückgedrückt, so werden die Bremsbacken g von der Bremstrommel abgezogen, die Last sinkt so lange, wie der Arbeiter die Kurbel festhält, mit einer durch die Bremswirkung der Backen g zu regulierenden Geschwindigkeit.

Bei der Sicherheitskurbel des Eisenwerkes Carlshütte in Dilligsen und Ahlfeldt (D. R.-P. 37096)[3]) sitzt auf dem Vierkant der Welle (Fig. 640 und 641, S. 675) eine am Umfange V-förmig ausgedrehte Reibungsscheibe a, auf deren beiderseitig vorstehenden Naben zwei durch Blechgehäuse und einen Stehbolzen b verbundene, die Kurbelnabe bildende Backen lose sitzen.

Der Bolzen b dient als Drehpunkt für den, einen zweiarmigen Hebel bildenden Kurbelarm, und zwar greift der kürzere Arm desselben in die Nut der Scheibe a. Beim Aufwinden der Last wird der Kurbelarm seitlich gedrückt, wodurch sich sein Vorderarm in der Scheibe a festklemmt. Der selbstthätige Rückgang der Last wird durch ein Sperrrad gehindert. Um die Last zu senken, muss man die Kurbel mit der linken Hand am Handgriff h festhalten, während man mit der rechten Hand den Kurbelarm seitwärts drückt und hiermit gleichzeitig die Senkgeschwindigkeit reguliert. Man muss hierbei die Vorsicht gebrauchen, erst die Kurbel zurückzudrücken und dann den Sperrkegel auszulösen.

Zu erwähnen sind noch die Sicherheitskurbeln von O. Stegmeyer in Charlottenburg (D. R.-P. 2505), von Selig (D. R.-P. 6301) und die der Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft (D. R.-P. 14430),

[1]) Vergl. Bericht über die Allgemeine deutsche Ausstellung für Unfallverhütung, Bd. I, S. 420.

[2]) A. Pütsch, a. a. O. S. 70.

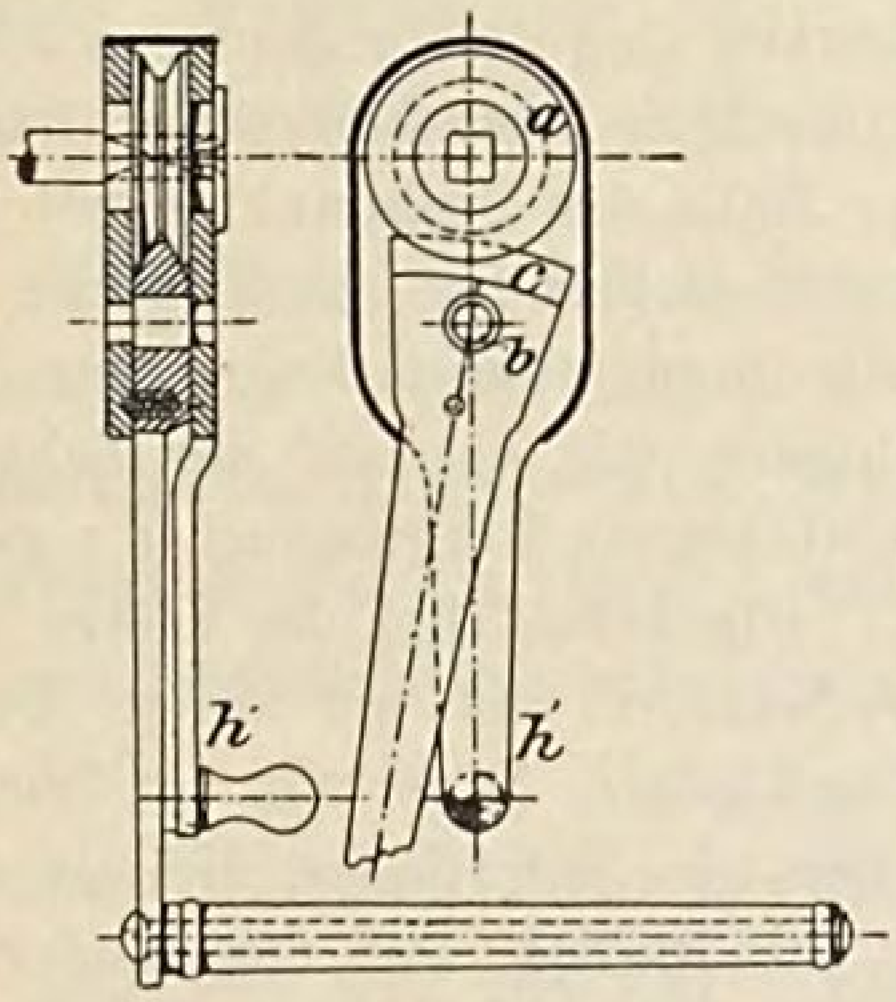
[3]) Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung, Bd. I, S. 320.

sowie die Sicherheitskurbel mit Bandbremse von E. Becker in Berlin (D. R.-P. 5801).

Abweichend von allen diesen Bauarten benutzt Weidtmann bei seiner Sicherheitskurbel (D. R.-P. 13 639) eine Kegelbremse, deren Hohlkegel mit angegossenem Vorgelegetrieb z (Fig. 642) lose auf der Kurbelwelle sitzt, während der mit angegossenem Sperrrad s versehene Vollkegel mittels Nut und Feder auf derselben verschiebbar ist.

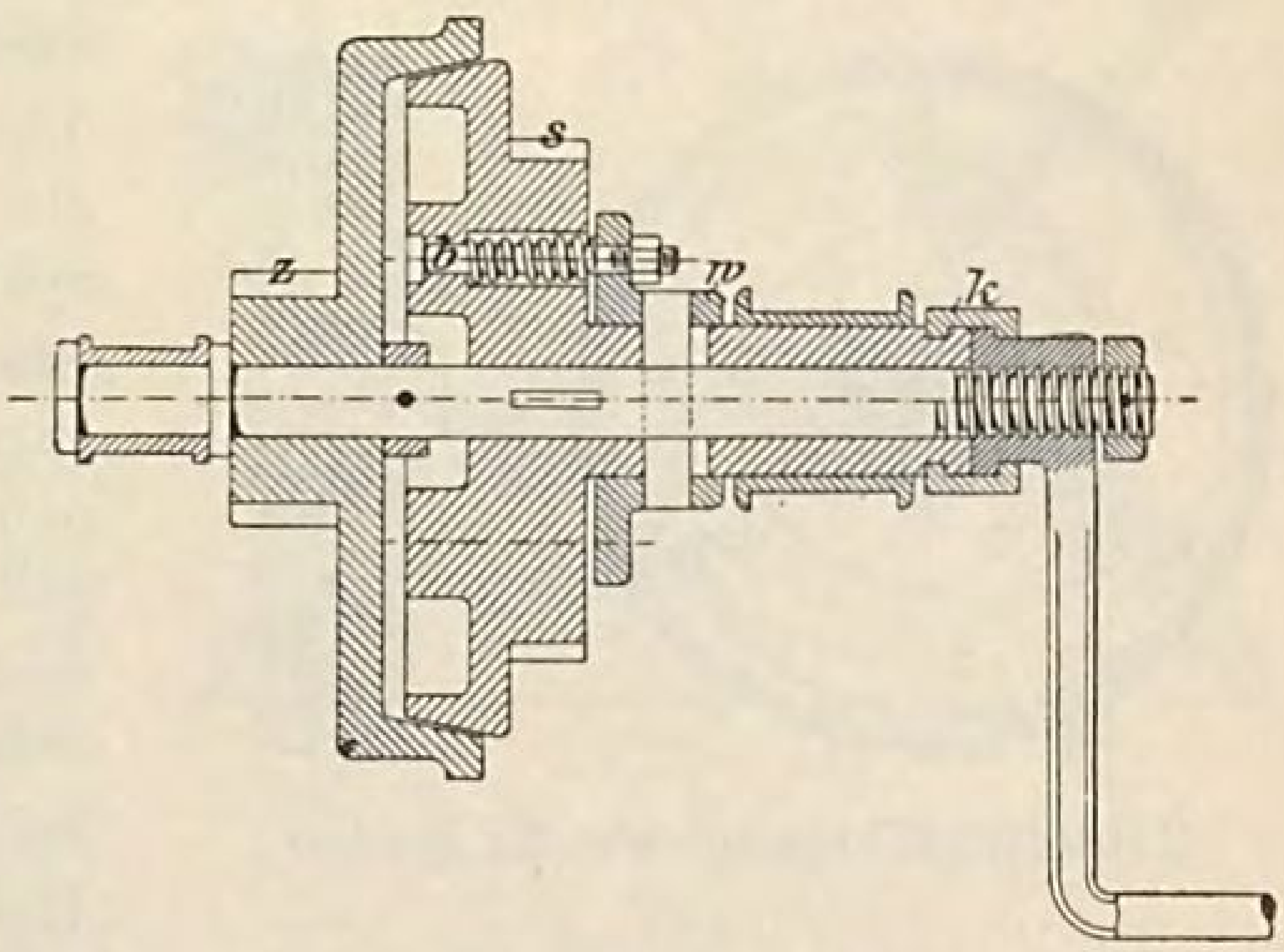
Die Kurbel sitzt auf einem Schraubengewinde der Welle und ist durch zweiteilige Hakenkupplung mit der verlängerten Nabe des Vollkegels gekuppelt. — Dreht man die Kurbel nach rechts, so schraubt sie sich so lange weiter auf die Kurbelwelle, bis die zwischen beiden Kegeln erzeugte Reibung genügt, das Lastmoment zu überwinden,

Fig. 640. Fig. 641.



Sicherheitskurbel
des Eisenwerks Carlshütte.

Fig. 642.



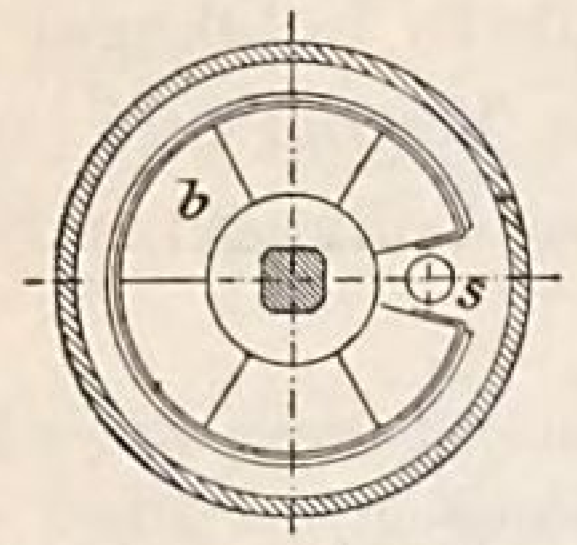
Sicherheitskurbel von
Weidtmann.

worauf die Last gehoben wird, deren selbstthätiger Niedergang durch das Sperrrad verhindert wird. Um die Last zu senken, hat man die Kurbel zurückzudrehen, wobei man die Senkgeschwindigkeit beliebig regulieren kann. Damit das Lösen der Bremse allmählich erfolgt, sind drei durch Schrauben einstellbare Spiralfedern b angebracht, die sich gegen den mit der Kurbelwelle fest verbundenen Ring w stützen.

Die selbstthätigen Bremsen unterscheiden sich von den Handbremsen und Sicherheitskurbeln dadurch, dass sie mit Beginn der Lastsenkung ohne Einwirkung einer äusseren Regulierung in Thätigkeit treten. Zu diesem Zweck wird entweder die Zentrifugalkraft oder der Lastdruck nutzbar gemacht.

Stauffer's Zentrifugalbremse (D. R.-P. 2798) besteht aus einer gusseisernen Trommel (Fig. 643, S. 676), in welcher, um die Nabe gruppiert, eine Anzahl keilförmig gestalteter Bleiklötze b lose angeordnet sind, jedoch von einer am äussern Umfange mit Leder belegten Ringfeder zusammengehalten werden. Zwischen diese Klötze tritt ein an dem unmittelbar neben der Trommel liegenden rotierenden Maschinenteil befestigter Stift s, der die Klötze zwingt, an der Drehung des letzteren teilzunehmen

Fig. 643.



Stauffer's Zentrifugalbremse.

Wird beim Rücklauf der Winde eine bestimmte Geschwindigkeit überschritten, so überwindet die Zentrifugalkraft der Klötze die Spannung der Feder und presst sie gegen den innern Umfang der feststehenden Trommel. Die so erzeugte Reibung vermindert alsbald die Umdrehungsgeschwindigkeit, so dass die Last mit gleichbleibender, ungefährlicher Geschwindigkeit sinkt. Letztere wird auf 20 bis 30 m in der Minute bemessen. Beim Aufwinden der Last leisten die Bremsklötze keinen Widerstand, weil ihre Zentrifugalkraft die Federspannung nicht zu überwinden vermag.

Fig. 644.

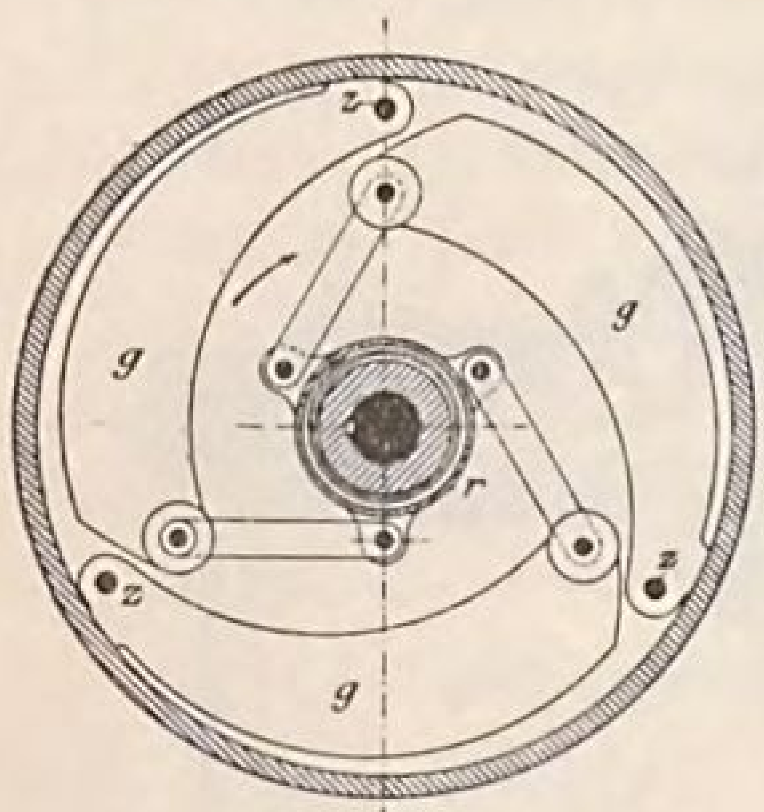
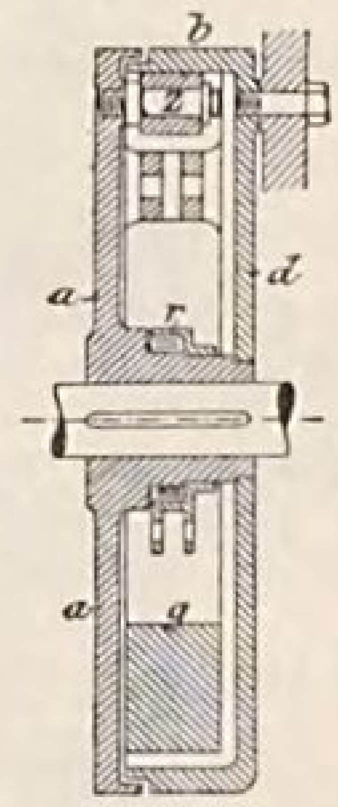


Fig. 645.



Zentrifugalbremse von E. Becker.

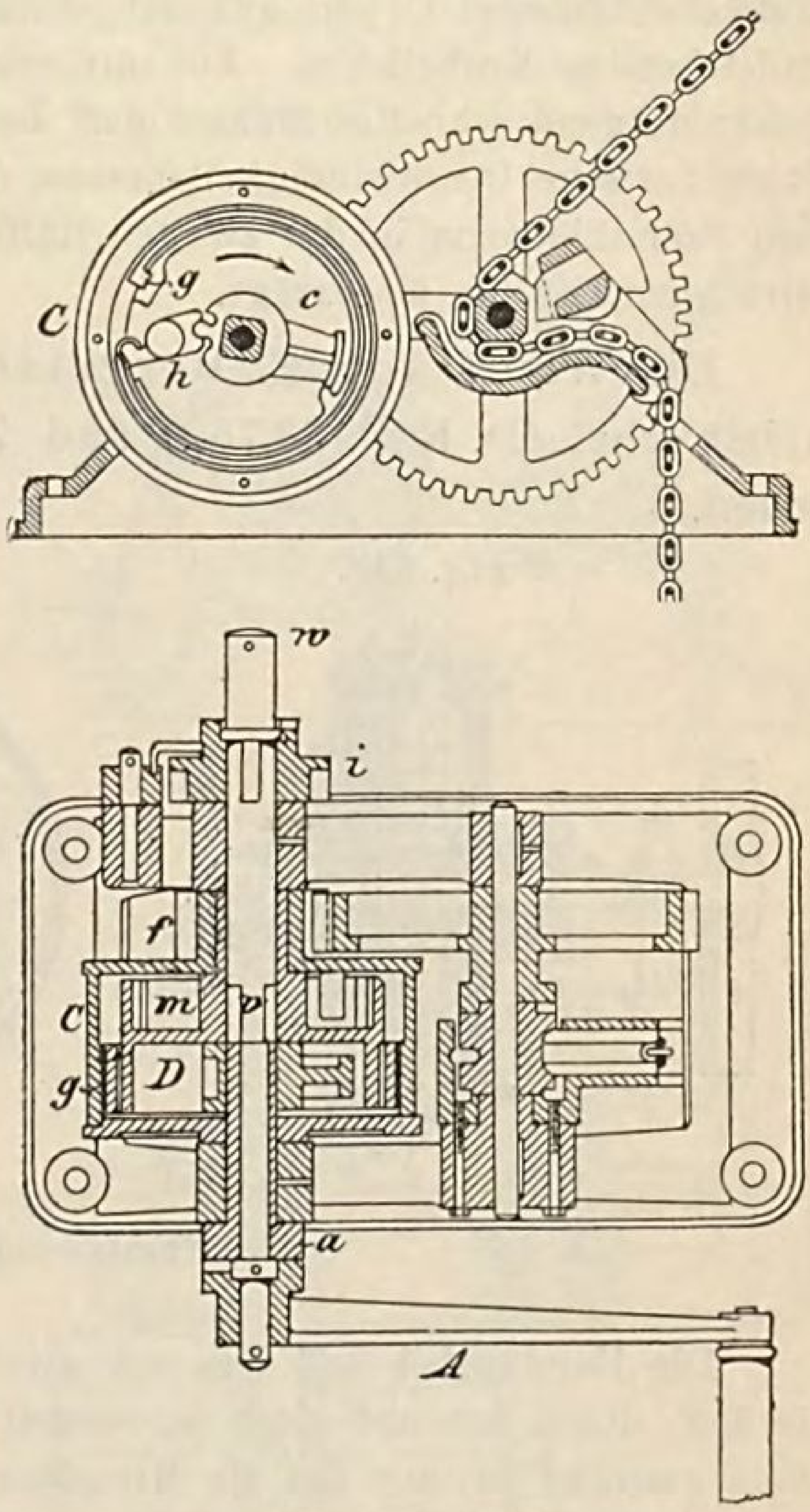
Die Zentrifugal- oder Geschwindigkeits-Bremse von E. Becker in Berlin (D. R.-P. 7205) besteht aus der auf die Bremswelle fest aufgekeilten Scheibe a (Fig. 644 und 645) und der am Windengestell befestigten Bremstrommel d. Um drei in erstere eingesetzte Zapfen z können die sichelförmigen Bremsklötze g schwingen, die in der Nähe des Drehpunktes mit einer zylindrisch bearbeiteten Druckfläche versehen, mit ihrem andern Ende aber durch kurze Schienen mit der auf der Scheibennabe frei drehbaren Rotgussbüchse r gekuppelt sind. Hierdurch sind die Klötze unter sich ausbalanziert und am freien Umherschlagen gehindert. Innerhalb der Büchse r befindet sich eine Spiralfeder, die mit einem Ende an der Büchse, mit dem andern an der Scheibennabe befestigt ist und das Ausschwingen der Klötze beim Heben oder beim langsamen Senken der Last verhindert. — Erfolgt letzteres dagegen mit grösserer Geschwindigkeit, so schwingen die Bremsklötze infolge der Zentrifugalkraft nach aussen, ihre Druckflächen erzeugen dann am innern Umfang der Bremstrommel einen mit der Geschwindigkeit so lange zunehmenden Reibungswiderstand, bis derselbe der sinkenden Last das Gleichgewicht hält, so dass diese nur mit gleichbleibender Geschwindigkeit niedergeht. Diese Geschwindigkeit wird mit Hilfe der Spiralfeder auf etwa 1 m in der Sekunde geregelt. Die Bremsklötze müssen in der Richtung der Trommeltiefe genügende Breite haben und stets in guter Schmierung erhalten werden, um der Abnutzung der Druckflächen möglichst zu begegnen.

Zu den Lastdruck-Bremsen gehören die bei der Beschreibung des Schraubenflaschenzuges von E. Becker besprochene Einrichtung zum Bremsen der Last (S. 663), sowie die bei den Flaschenzügen von Lüders, Jung u. a. getroffenen Anordnungen.

Ein Vergleich der verschiedenen Bremsen vom Standpunkte der Unfallverhütung ergiebt, dass die gewöhnliche Bandbremse zwar den Vorteil besitzt, den Bremswiderstand in sehr weiten Grenzen verändern zu können, dagegen eine sehr sorgfältige Bedienung erfordert, da andernfalls die schwersten Unfälle entstehen können, sei es durch

plötzliches Aufhalten der mit grosser Geschwindigkeit sinkenden Last oder durch den Einfluss der Zentrifugalkraft auf die frei umlaufenden Kurbeln u. s. w. Die Sperrradbremse bietet den Vorteil, dass sie nicht nur die Bedienung der Winde wesentlich vereinfacht, sondern auch den Rücklauf des Triebwerks jederzeit selbstthätig und so lange sperrt, bis die Lüftung der Bremse erfolgt; die Sicherheit des Betriebes wird ganz erheblich gesteigert. Die Sicherheitskurbel beseitigt zwar die Gefahren, welche die frei umlaufenden Kurbeln bieten, gewährt aber hinsichtlich der Lastsenkung keine grösseren Vorteile und keine grössere Sicherheit als die Sperrradbremse. In letzterer Beziehung kommt allein die selbstthätige Bremse in Betracht, da nur sie eine sichere selbstthätige Regulierung der Senkgeschwindigkeit gewährleistet

Fig. 646 und 647.



Sicherheitswinde
von Briegleb, Hansen & Co.

Als Beispiel besonderer Ausführungen von Winden sei die Sicherheitswinde von Briegleb, Hansen & Co. in Gotha angeführt, die mit Sicherheitskurbel von Stauffer & Mégy und mit Zentrifugalbremse von Stauffer ausgestattet ist.

Die Fig. 646 und 647[1]) stellen eine solche für Handbetrieb mit einfachem Rädervorgelege dar; die Lastkette wird durch eine Kettennuss aufgewunden. Auf den schwächeren Teil der Kurbelwelle w (Fig. 647) ist die im Gestell gelagerte Hülse a, in welche die Kurbel A mittels Klauen eingreift, lose aufgeschoben. Auf dem stärkeren Teil der Welle ist mittels eines Vierkantes v die aus zwei Abteilungen bestehende Mitnehmertrommel D fest aufgesetzt; auf ihrer verlängerten Nabe läuft lose die mit dem angegossenen Vorgelegetrieb f versehene Bremstrommel C; ihre der Kurbel zugekehrte Öffnung ist durch eine auf der Kurbelhülse lose laufende Scheibe geschlossen. Innerhalb der Mitnehmertrommel sitzt fest auf einem Vierkant der Kurbelhülse der Daumen c (Fig. 646), der sich gegen einen Vorsprung am innern Umfange der Mitnehmertrommel legt. Die Nabe von c ist mit einem zahnartigen Vorsprung versehen,

[1]) Bericht über die Deutsche Allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I, S. 316.

der in den einen Arm eines Doppelhebels h greift, an dessen anderem Arm eine am äussern Umfange mit Leder bezogene Ringfeder g befestigt ist, welche die Mitnehmertrommel D umschliesst und in einer Vertiefung am äusseren Umfange der letzteren fest sitzt. — Wird die Kurbel in der Pfeilrichtung gedreht, so nimmt Daumen c die Trommel D mit, die ihrerseits die Feder g mitzieht und auseinanderdrückt, weil ihr anderes Ende durch den Hebel h, der etwas zurückgedrückt wurde, gehalten ist. Die Feder legt sich hierbei mit ihrem Lederüberzug gegen den innern Umfang der Bremstrommel C, die nun mitgenommen wird, so dass das Aufwinden der Last erfolgt. — Solange diese Reibungskupplung geschlossen bleibt, kann ein selbstthätiges Sinken der Last nicht eintreten, weil die Mitnehmertrommel mit dem starken Teil der Welle gekuppelt ist, dessen Drehung durch ein Sperrrad i mit beständigem Eingriff des Sperrkegels verhindert wird. — Um die Last zu senken, muss die Kurbel etwas zurückgedrückt werden, wodurch die Reibungskupplung mehr oder weniger gelöst und die Senkgeschwindigkeit der Last geregelt wird. Während des Niederganges der Last läuft die Trommel C lose auf der stillstehenden Nabe der Mitnehmerscheibe und der stillstehenden Kurbelhülse. Ein unvorsichtiges Lösen der Reibungskupplung würde ein gefahrbringend schnelles Sinken der Last zur Folge haben; es ist daher noch die Stauffer'sche Geschwindigkeitsbremse (vergl. Fig. 643) angebracht, und zwar liegen ihre Bremsklötze m in der zweiten Hälfte der Mitnehmerscheibe, deren Rückwand den Mitnehmerstift für jene trägt.

Die Winde von E. Bergmann in Berlin ist ebenfalls mit Sicherheitskurbel (D. R.-P. 38759) und Zentrifugalbremse (D. R.-P. 43304) versehen.[1])

Fig. 648.

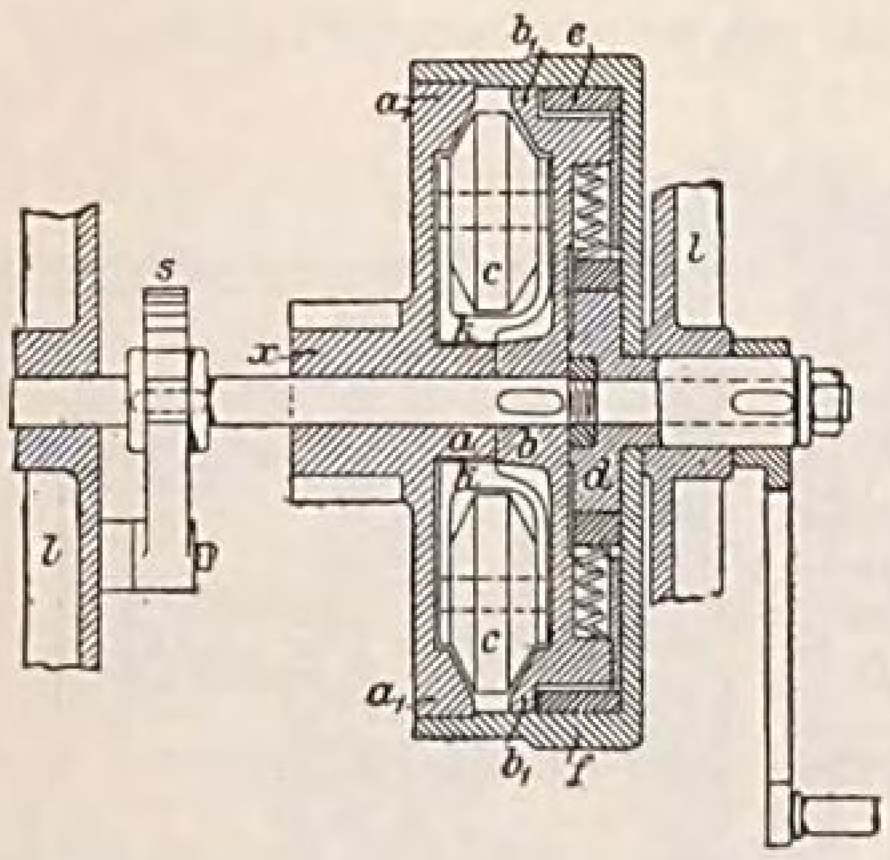


Fig. 649.

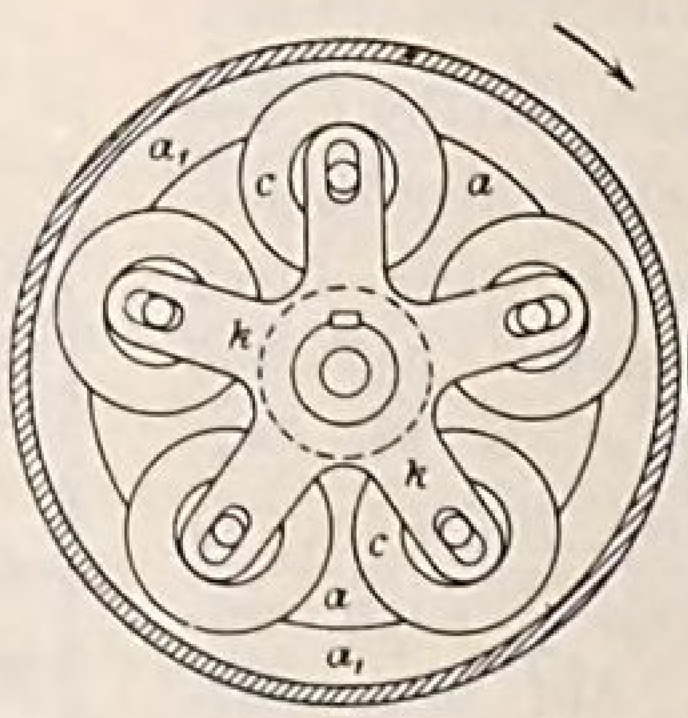
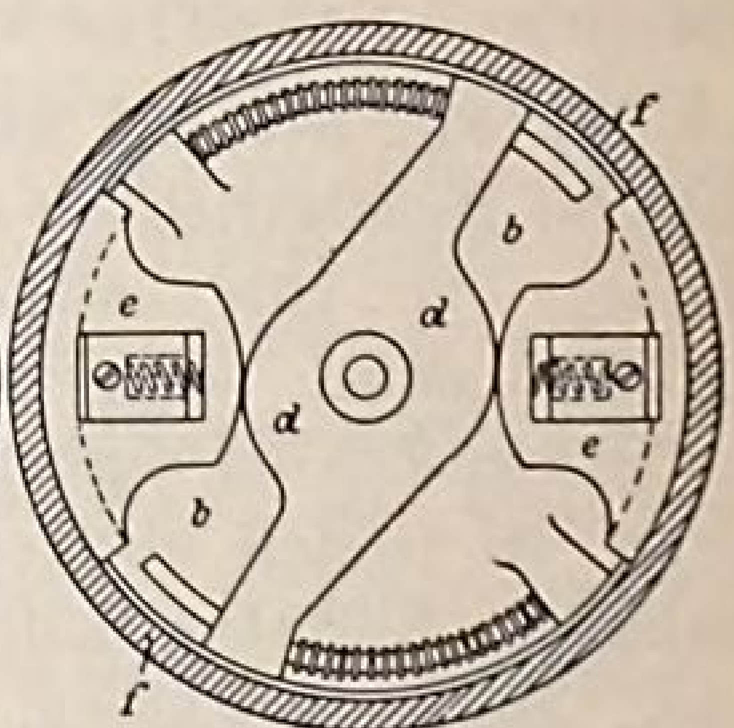


Fig. 650.



Sicherheitswinde von E. Bergmann.

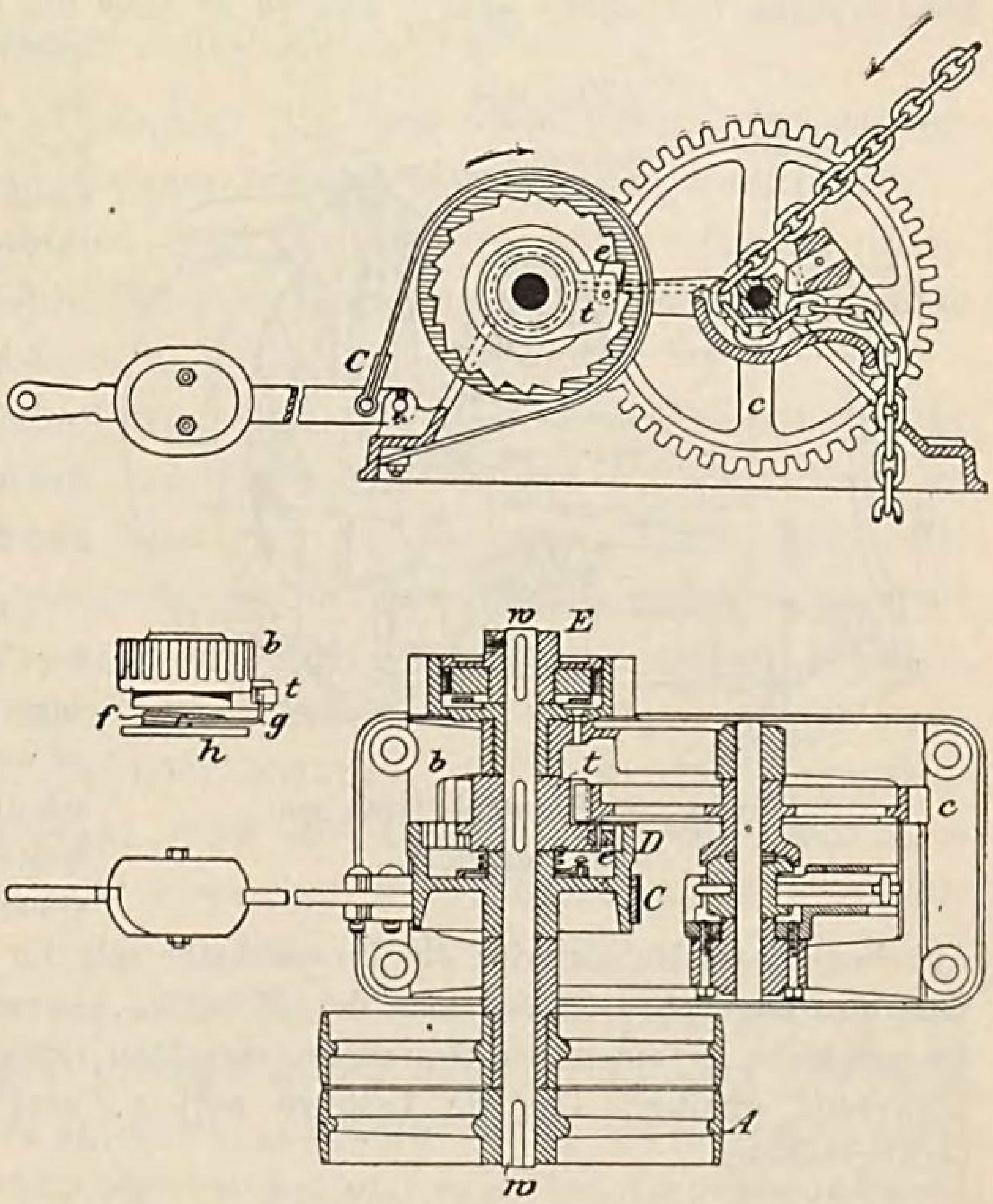
Die Handkurbel und das mit zwei Exzenterflächen versehene Stück d (Fig. 648 bis 650) sitzen fest auf einer im Gestell gelagerten Hülse, durch welche die Antriebswelle gesteckt ist, auf der die Mitnehmerscheibe b und das Sperrrad s fest aufgekeilt, die Bremstrommel f mit dem an ihre Bodenscheibe angegossenen Vorgelegetrieb x aber lose aufgeschoben sind. — Zum Anheben der Last wird die Kurbel in der Pfeilrichtung gedreht; hierbei verschieben die Exzenterflächen von d die beiden auf der Mitnehmerscheibe b geführten Backen e e nach aussen und drücken sie gegen den innern Umfang der Bremstrommel f, so dass diese mit der Mitnehmerscheibe b durch Reibung gekuppelt

[1]) Bericht über die Deutsche Allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I, S. 317.

und die Last aufgewunden wird. Das selbstthätige Sinken der letzteren wird, solange diese Reibungskupplung nicht absichtlich gelöst wird, durch das Sperrrad s gehindert, dessen Sperrkegel gegen Ausheben gesichert ist. Durch Loslassen der Kurbel allein wird die Kupplung nicht gelöst, weil das Exzenterstück infolge der Reibung seine Stellung behält, auch wird es in dieser durch zwei kräftige Spiralfedern gehalten. — Um die Last zu senken, muss die Kurbel zurückgezogen werden; je nachdem hierdurch die Reibung zwischen e und f mehr oder weniger verringert wird, wird die Last schneller oder langsamer sinken. — Ausserdem ist noch eine Zentrifugalbremse angebracht, die aus mehreren, in einem Kreuzstück (Fig. 649) radial verschiebbar gelagerten konischen Rollen besteht, die sich, wenn sie durch die Zentrifugalkraft nach aussen getrieben werden, gegen die Flächen a und b (Fig. 648) der Bremstrommel, bezw. der Mitnehmerscheibe legen. Da letztere feststeht, erhalten die Rollen eine der Drehung von f entgegengesetzte Umdrehung und erzeugen an b eine Reibung, welche die Senkgeschwindigkeit der Last nur bis zu einem bestimmten Maximum wachsen lässt.

Es sei noch die Winde mit Sicherheitshaspel von E. Becker in Berlin erwähnt, deren Bauart in „Ernst, Die Hebezeuge" ausführlich beschrieben ist.

Fig. 651 bis 653.



Winde mit Riemenbetrieb von Briegleb, Hansen & Co.

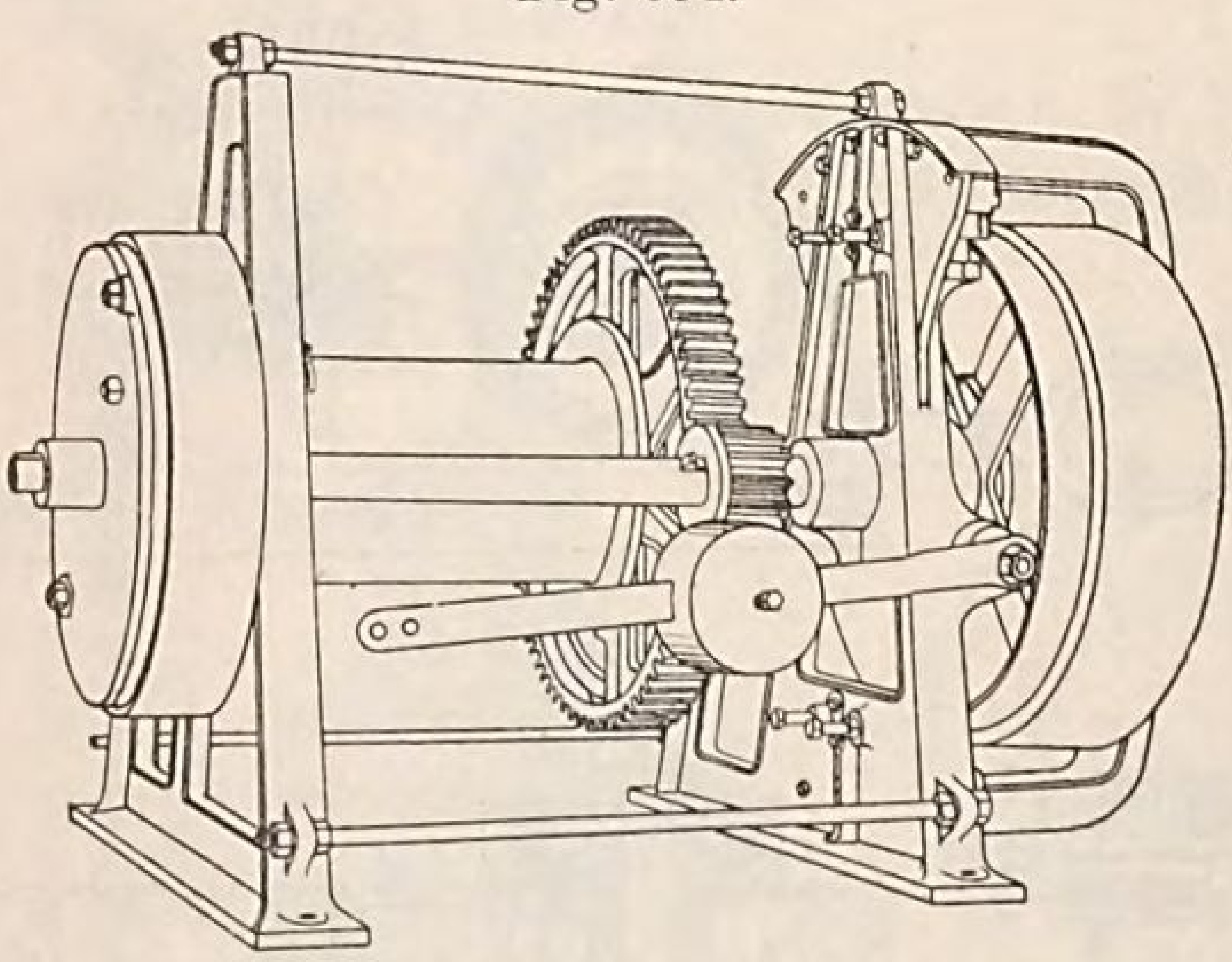
Winden mit Riemenbetrieb. Briegleb, Hansen & Co. in Gotha verwenden die in Fig. 651 bis 653 dargestellte Winde vielfach für Speicheranlagen; dieselbe ist mit Henkel's Sperrradbremse und Stauffer's Zentrifugalregulator (S. 676) versehen.[1])

Auf der Antriebswelle w fest aufgekeilt sind die Betriebsriemenscheibe A, der mit dem Sperrklinkenträger t zusammengegossene Vorgelegetrieb b, welcher in das auf der Kettennusswelle sitzende Vorgelegerad c greift, und endlich die Mitnehmerscheibe E des Zentrifugalregulators; dagegen sitzt lose auf der Welle w die mit dem innen verzahnten Sperrrad aus dem Ganzen gegossene Bremstrommel D. Beim Aufwinden der

[1]) Bericht über die Deutsche Allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I, S. 323.

Last gleitet der Sperrkegel lose an den Sperrradzähnen vorüber; um das Geräusch, welches derselbe hierbei verursachen würde, zu vermeiden, ist auf die Nabe von C eine Spiralfeder f (Fig. 653) geschoben, die einerseits am Sperrkegelträger t, andererseits an einer losen Scheibe h befestigt ist, die durch die Feder gegen die feststehende Bremstrommel gedrückt wird. An h ist ein Haken g (Fig. 653) gelenkig angeschlossen, der andererseits in den Sperrkegel t greift. Infolge der Reibung zwischen h und der Bremstrommel wird Scheibe h beim Aufwinden der Last etwas gegen den Sperrkegelträger zurückbleiben, wodurch der Sperrkegel selbst aus den Zähnen des Sperrrades ausgehoben wird. — Um die angehobene Last frei schwebend zu erhalten, wird der Riemen auf die Leerscheibe gebracht; die Scheibe h sitzt dann fest an dem Sperrkegelträger, und der Sperrkegel greift in das von der Bremse festgehaltene Sperrrad, so dass die Last frei schweben bleibt. Das Senken derselben geschieht nur durch Lüften der Bremse, kann also mit dieser reguliert werden. Zur grösseren Sicherheit ist indess der Zentrifugalregulator E angebracht, dessen Bremstrommel am Windengestell festgeschraubt ist; ihre in das Gestell eingesetzte Nabe dient gleichzeitig als Lager für die Welle w. — Die Leerscheibe B läuft auf einer Verlängerung des betreffenden Lagerauges des Gestelles, so dass ein selbstthätiges Angehen der Winde infolge ungenügender Schmierung der Leerscheibe nicht vorkommen kann. Endlich ist noch die für die Sicherheit des Betriebes wichtige Einrichtung getroffen, dass der Riemenführer stets selbstthätig nach der Leerscheibe geht, sobald er nicht durch besondere Mittel in der entgegengesetzten Stellung gehalten wird.

Fig. 654.



Winde mit Riemenbetrieb von Gebr. Burgdorf.

Eine Winde mit Riemenbetrieb von Gebr. Burgdorf in Altona ist in Fig. 654 abgebildet.

Die Antriebsscheibe sitzt lose auf der Welle; sie ist auf der innern Seite mit einem Hohlkegel versehen, in welchen der Vollkegel einer Bremsscheibe greift, die auf der Antriebswelle mit Nut und Feder durch den Gewichtshebel verschiebbar ist. Durch Anheben dieses Hebels wird die Bremsscheibe mit der Antriebsscheibe gekuppelt, die Last also angehoben. Lässt man den Hebel los, so wird diese Kupplung gelöst, die Bremsscheibe in einen am Gestell angebrachten Bremsbacken gedrückt, und die Last schwebend erhalten. Um die Last zu senken, wird der Hebel mehr oder weniger herabgelassen.

Winden mit unmittelbarem Dampfbetrieb finden namentlich Verwendung auf Bergwerken, Schiffen und für Aufzüge. Da die Dampfmaschine in jeder Stellung ohne weitere Hilfe angehen muss, erhält sie stets zwei Zylinder, deren Kurbelwelle zwei, um 90^0 versetzte Kurbeln besitzt und die Vorgelegewelle der Winde bildet. Da diese sowohl rechts als auch links umlaufen muss, ist die Dampfmaschine mit Umsteuerung,

z. B. mit Hilfe der Stephenson'schen Coulisse, versehen. Die Lastsenkung wird meist durch eine Bremse geregelt, wobei entweder die Dampfkolben leer mitlaufen oder die Kurbelwelle ausgeschaltet wird, so dass diese still steht.[1])

D. Krahne.

Mit dem Namen „Krahn" bezeichnet man diejenigen Hebemaschinen, durch welche die Last sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung bewegt werden kann. Ihrer Hauptanordnung nach unterscheidet man Ausleger- und Bühnenkrahne; beide Arten werden entweder feststehend oder fahrbar ausgeführt.

a. Ausleger- oder Drehkrahne.

1. Feststehende Drehkrahne. Bei denselben hängt die Last am Ausleger, der entweder durch einen schräg ansteigenden oder horizontalen, entsprechend unterstützten Balken gebildet wird, dessen Höhe über dem Fussboden die Hubhöhe der Last begrenzt und der um eine vertikale Achse, die Krahnsäule, drehbar ist.

Wird der schräg ansteigende Ausleger an seinem Fusspunkte fest mit der Krahnsäule verbunden, so kann die an einer festen Rolle im Kopfe des Auslegers hängende Last nur in der von dieser Rolle bei Drehung der Krahnsäule beschriebenen horizontalen Kreisbahn versetzt werden. Ist der Ausleger dagegen in seinem Fusspunkte derart drehbar gemacht, dass er in vertikaler Ebene sich bewegen kann, so ist auch eine Versetzung der Last in radialer Richtung zur Krahnsäule möglich. Bei dem horizontalen Ausleger wird die radiale Versetzung der Last mit Hilfe einer auf dem Ausleger beweglichen Laufkatze, an welcher die Last hängt, ermöglicht.

Werkstättenkrahne erhalten meist horizontalen Ausleger, weil dieser im allgemeinen eine grössere Bewegung der Last in radialer Richtung zulässt, auch wird der Raum unter dem Ausleger durch denselben weniger beschränkt. Wo diese Rücksichten fortfallen, z. B. bei Ladekrahnen an Hafenquais u. dergl., wird häufig der schräge Ausleger angewendet.

Die innerhalb von Gebäuden oder an deren Umfassungswänden angebrachten Krahne erhalten meist eine in Fuss- und Halslager drehbare

[1]) Beispiele ausgeführter Dampfwinden finden sich in dem mehrfach angezogenen Werke von Ernst.

Krahnsäule, an welcher dann das Windewerk befestigt ist. Für freistehende Krahne wird dagegen meist eine feststehende Krahnsäule gewählt, auf der sich ein den Ausleger und das Windewerk aufnehmendes Gestell drehen lässt. Eine Vereinigung beider Bauarten zeigt der Fairbairn-Krahn, bei welchem die freistehende und drehbare Krahnsäule mit dem Ausleger zu einem einzigen schmiedeisernen gebogenen Träger vereinigt ist. Ein Versetzen der Last in radialer Richtung ist bei diesem Krahn nicht möglich.

Der Betrieb der Werkstättenkrahne erfolgt meist von Hand, während Krahne in Hafenanlagen häufig durch elementare Kraft bethätigt werden.

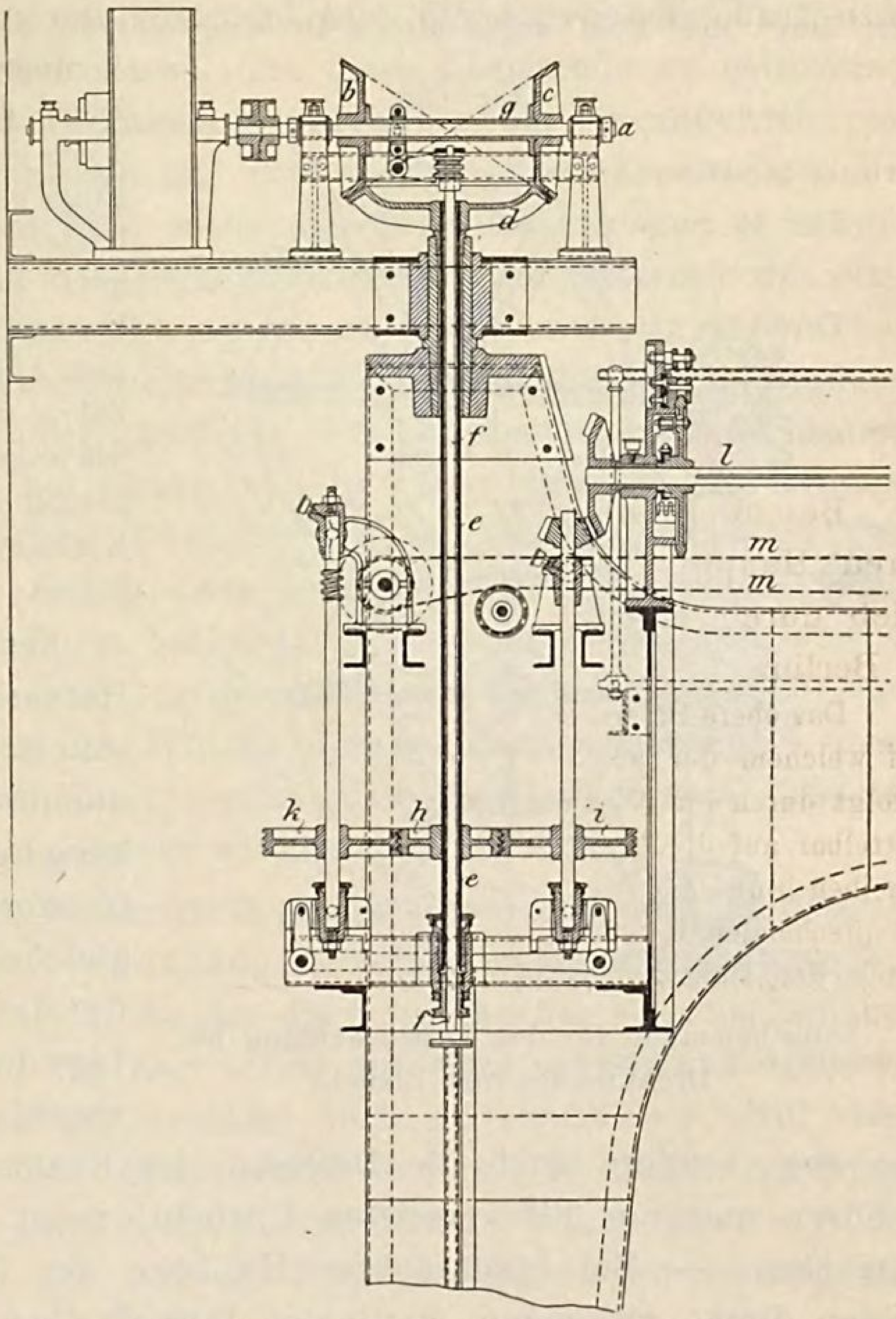
Die zur Verwendung kommenden Windewerke entsprechen im allgemeinen denen der Winden, so dass auf das dort Gesagte Bezug genommen werden kann.

Besondere Beachtung hinsichtlich der Unfallverhütung bietet die in ihren Hauptteilen in Fig. 655 (S. 683) dargestellte, zunächst für Betrieb durch einen Elektromotor ausgeführte Anordnung von E. Becker in Berlin.

Das obere Halslager der Krahnsäule befindet sich in einem schmiedeeisernen Konsol, auf welchem der zum Betriebe dienende Elektromotor steht. Die Kraftübertragung erfolgt durch ein Wendegetriebe (D. R.-P. 42356) von der Ankerwelle des Motors unmittelbar auf die Welle a, auf welcher die durch die Hülse g verbundenen Reibungsscheiben b und c mit Nut und Feder verschiebbar sind. Jede derselben kann mit einer entsprechenden Reibungsscheibe d in Eingriff gebracht werden, welche auf die hohle, durch den Halszapfen der Krahnsäule gehende Welle e aufgekeilt ist. Durch diese Welle ist eine Ausrückerstange f geführt, welche mittels des Steuerhebels und einer Räderübertragung vom Krahnführer gedreht werden kann; an ihrem oberen Ende aber trägt sie über der Reibungsscheibe d eine Schnecke, die in den verzahnten horizontalen Arm eines Winkelhebels greift, dessen vertikaler Arm mit der Kupplungshülse g drehbar verbunden ist. Durch Drehung der Steuerwelle f kann sonach eine der beiden Reibungsscheiben mit d in Eingriff gebracht und letzterer eine Rechts- oder Linksdrehung erteilt werden. Die hohle Welle e trägt etwa in der Höhe des Auslegers ein Keilnutenrad h, mit welchem zwei andere, diametral gegenüberstehende ebensolche Räder i und k in Eingriff gebracht werden können. Zu diesem Zweck ist das Fusslager jeder der beiden stehenden Wellen mittels eines vom Standpunkte des Krahnführers aus zu bewegenden Winkelhebels in einer Schlitzführung verschiebbar und gleichzeitig um eine horizontale Achse etwas drehbar. Von dem Rade i aus wird mittels konischer Räder und der auf ihrer ganzen Länge genuteten, im Ausleger gelagerten Welle l das Windewerk der Laufkatze betrieben, so dass dasselbe bei jeder Stellung der letzteren in Thätigkeit treten kann. Die Längsverschiebung der Katze wird von der Welle des Rades k durch eine Schneckenradübersetzung und die beiden Ketten m bewirkt. — Die Steuerung des Krahns erfolgt derart, dass durch Umlegen des zuerst erwähnten Handhebels das konische Wendegetriebe für Rechts- oder Linksdrehung eingerückt und hierauf eines der beiden Keilnutenräder mit h in Eingriff gebracht wird, je nachdem die Last gehoben oder gesenkt, oder die Katze vor- oder rückwärts bewegt werden soll. Erfolgen diese Bewegungen im Sinne der Drehungsrich-

tung der hohlen Welle e, so können beide auch gleichzeitig ausgeführt werden. Mit der Steuerung für die Lasthebung ist der Hebel einer Lösungsbremse derartig zwangläufig verbunden, dass diese Bremse ausgerückt ist, wenn die Last gehoben oder gesenkt wird, und nur dann in Thätigkeit tritt, wenn die Last frei schweben soll. Ausserdem ist noch die früher besprochene Geschwindigkeitsbremse als besondere Sicherheitsvorrichtung angebracht. Die Drehung des ganzen Krahns erfolgt nur von Hand.

Fig. 655.



Feststehender Drehkrahn von E. Becker.

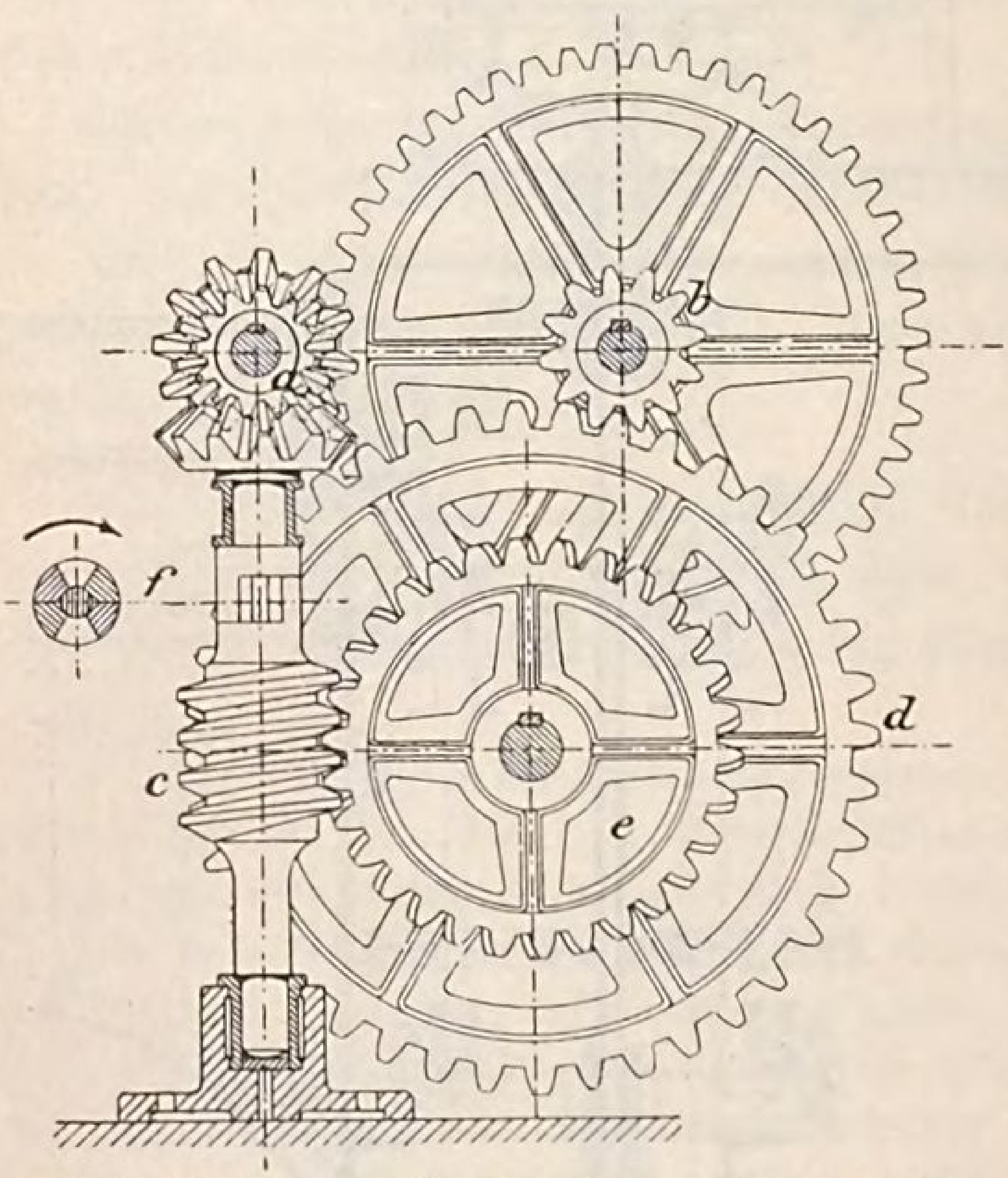
Bei diesem Krahn sind sonach alle Gefahren, welche andere Konstruktionen durch die Räderwerke und Kurbeln bieten, vollständig beseitigt, weil diese gefährlichen Teile ausserhalb des Bereichs der Arbeiter liegen, bezw. ganz fehlen. Statt des elektrischen Betriebes kann natürlich auch der durch Transmission gewählt werden. Der erstere bietet aber ausser der grossen Einfachheit in der Kraftzuleitung noch den weiteren, sehr schätzenswerten Vorteil, dass durch Einschaltung von Widerständen in den elektrischen Stromkreis die Umdrehungszahl des Motors und mithin die Geschwindigkeit der Lastbewegung fast augenblicklich bis auf etwa $^1/_5$ der normalen verringert werden kann.

Eine Selbsthemmung für den Lastniedergang von Blauel (D. R.-P. 3748), die vielfach bei Drehkrahnen der preussischen Staats-Eisenbahnen angewendet ist, ist in Fig. 656 (S. 684) abgebildet.[1])

[1]) Bericht über die Deutsche Allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I, S. 314.

Sie besteht in Einschaltung einer eingängigen Schnecke in das Windewerk derart, dass sie nur beim Loslassen der Kurbel eine selbstthätige Hemmung des Lastniederganges erzeugt. Von der Kurbelwelle a wird ausser dem Rädervorgelege noch eine Schnecke c angetrieben, die aber bei der Lasthebung dadurch etwas zurückbleibt, dass die Übertragung von a auf c durch eine Klauenkupplung f vermittelt wird, die bei der durch den Pfeil angedeuteten Drehungsrichtung (Lasthebung) eine gegenseitige Verdrehung zulässt, so dass nur die Zähne des Triebes b gegen die von d sich legen, nicht aber die Schneckengänge gegen die des Schneckenrades e; letztere beiden Teile laufen daher lose mit. Beim Senken der Last aber kommen die Zähne von b und d nicht zum Anliegen, weil vorher schon die Zähne von e gegen die Gänge der Schnecke drücken. Da letztere eingängig ist, wird beim Loslassen der Kurbeln die Last selbstthätig gehemmt.

Fig. 656.



Selbsthemmung für den Lastniedergang bei Drehkrahnen von Blauel.

Feststehende Drehkrahne in Hafenanlagen erhalten nicht selten eine eigene Betriebsdampfmaschine, deren Dampfkessel gleichfalls auf der Krahnplattform angebracht ist und gleichzeitig als Gegengewicht für die am Ausleger hängende Last dient. Die Dampfmaschine veranlasst nicht allein die Lasthebung, sondern auch die Drehung des Krahns, sie ist mit zwei Zylindern und um 90° versetzten Kurbeln, meist auch mit Umsteuerung versehen. — Bei beschränkter Hubhöhe der Last wendet man auch einen direkt wirkenden, vertikalen Dampfkolben an, an dessen Kolbenstange die Lastkette unter Vermittelung eines Flaschenzuges angeschlossen ist.[1])

2. Die fahrbaren Drehkrahne dienen dazu, Lasten an verschiedenen Stellen einer bestimmten Bahn anzuheben und zu versetzen. Der Krahn ist zu diesem Zweck auf einem auf einer Schienenbahn laufenden Wagen montiert.

Bei diesen Krahnen, deren Bauart und Windewerke nichts Besonderes bieten, ist Vorsorge zu treffen, dass der Krahn durch die an-

[1]) Ausgeführte Konstruktionen s. Ernst a. a. O.

gehobene Last nicht umgestürzt wird. Das einfachste Schutzmittel hiergegen ist die unmittelbare Befestigung des Krahnwagens am Schienengeleis mittels besonderer, am Wagen angebrachter, den Schienenkopf umfassender Zangen. Diese Befestigung hat den Nachteil, dass die Lagerung der Schienen gelockert wird und die angehobene Last nicht weiter transportiert werden kann. Um diese Übelstände zu vermeiden, bringt man dem Ausleger diametral gegenüber ein Gegengewicht an, welches entweder so bemessen ist, dass es der grössten zulässigen Belastung das Gleichgewicht hält, wobei der leere Krahnwagen so schwer sein muss, dass er durch das Gegengewicht nicht umgestürzt wird, oder letzteres ist kleiner und wirkt an einem festen oder veränderlichen Hebelarm. Ist das Gegengewicht kleiner und feststehend, so muss es bei grösseren Lasten durch Auflegen von Eisenstücken oder Steinen verstärkt werden, was bei häufig und in weiten Grenzen wechselnden Lasten sehr umständlich ist. Einfacher ist es, das Gegengewicht verschiebbar zu machen; es erhält dann gewöhnlich die Form eines Kastens, der mittels Rollen auf einem horizontalen Ausleger verschoben werden kann. Die Verstellung des Gegengewichtes ist mit Zeitaufwand verbunden, und da sie ganz der Willkür der Bedienungsmannschaft überlassen bleibt, kann es bei Unachtsamkeit derselben vorkommen, dass der Krahn durch die Last umgestürzt wird.

Man hat daher die verstellbaren Gegengewichte so angeordnet, dass sie sich beim Anheben der Last selbstthätig, derselben entsprechend, einstellen. Eine ältere derartige Einrichtung ist die von Jambille,[1]) bei welcher das Gegengewicht durch die Last selbst auf einer schräg ansteigenden, dem Ausleger gegenüber angebrachten Bahn so verschoben wird, dass sich sein Hebelarm der Last entsprechend ändert. Da diese Anordnung eine grössere Länge der Lastkette bedingt, haben Gauhe, Gockel & Co. in Oberlahnstein die in Fig. 657 (S. 686) gezeichnete Einrichtung getroffen.[2])

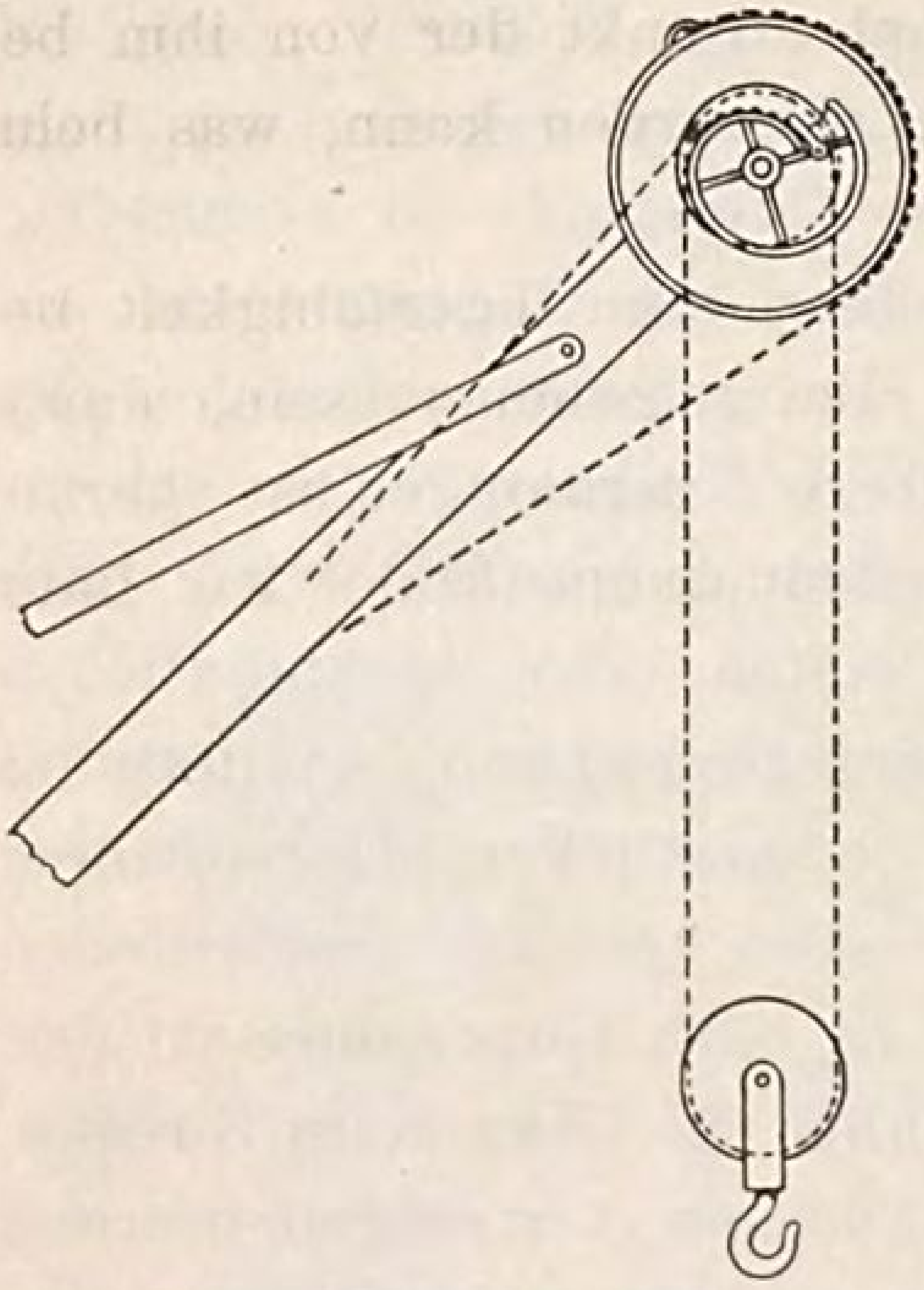
Die Lastkette ist hier mit einem Ende auf dem Umfange einer spiralförmigen Scheibe befestigt, welche fest auf der Achse der im Auslegerkopf befindlichen Kettenrolle sitzt. Die Kette geht von dieser Scheibe nach der mit dem Lasthaken versehenen losen Rolle und von dieser über die obere Kettenrolle nach der Windetrommel. Auf der Achse der Rolle im Auslegerkopf sitzt ebenfalls fest eine Scheibe, an deren Umfang ein Drahtseil befestigt ist, welches rückwärts nach der Rollenbahn des Gegengewichts geführt, hier um eine Leitrolle gelegt und endlich am Gegengewicht befestigt ist. Beim Anheben der Last wird die Spiralrolle etwas verdreht; hierdurch erleidet

[1]) Ernst a. a. O.

[2]) Bericht über die Deutsche Allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I, S. 330.

die Seilrolle gleichfalls eine Drehung und verschiebt das Gegengewicht auf seiner schräg ansteigenden Bahn so lange, bis der Gleichgewichtszustand hergestellt ist. Sobald die sinkende Last den Boden berührt, oder wenn sie geringer ist als die Spannung in der Kette, zieht das Gegengewicht die Spiralrolle wieder zurück.

Fig. 657.



Vorrichtung zur selbstthätigen Einstellung der Gegengewichte an fahrbaren Drehkrahnen von Gauhe, Gockel & Co.

Diese Anordnung erfordert weniger Kette und ist einfacher als die von Jambille, auch erfolgt die Einstellung des Gegengewichts schneller.

Die fahrbaren Dampfkrahne grosser Hafenanlagen erhalten an und für sich dieselbe Einrichtung wie die bereits erwähnten feststehenden Dampfkrahne, nur wird auch die Bewegung auf der Schienenbahn mit Hülfe der Dampfmaschine ausgeführt. Die Sicherheitsvorkehrungen an denselben betreffen auch hier die Sicherung der Räderwerke und der Lastsenkung; letztere wird meist durch eine einfache Backen- oder eine Differentialbremse geregelt, doch ist auch hier der Sperrradbremse in Verbindung mit einem Zentrifugalregulator der Vorzug zu geben.[1])

b. Bühnenkrahne.

Zu den Bühnenkrahnen gehört zunächst der Bockkrahn, welcher aus einem auf zwei hölzernen oder eisernen Böcken ruhenden horizontalen Querträger besteht, auf dem entweder die Windevorrichtung selbst oder eine Laufkatze, deren zugehöriges Windewerk am Bockgerüst angebracht ist, verschoben werden kann, so dass die angehobene Last innerhalb der Gestellwände in der Richtung des oberen Querträgers sich versetzen lässt. Das Bockgerüst ist entweder feststehend oder auf einer auf dem Fussboden liegenden Schienenbahn fahrbar; im letzteren Falle kann die Last in zwei auf einander senkrechten Horizontalrichtungen versetzt werden.

Neben den bekannten Sicherheitsvorrichtungen am Windewerk ist für einen sicheren Aufstieg zu dem oberen Querträger Sorge zu tragen, der ausserdem, namentlich wenn sich das Windewerk unmittelbar auf ihm befindet, mit sicherer, durch Geländer geschützter Bühne für die Arbeiter zu versehen ist.

[1]) Zeichnungen und Beschreibungen fahrbarer Dampfkrahne finden sich bei Ernst a. a. O.

Der Laufkrahn unterscheidet sich von dem fahrbaren Bockkrahn dadurch, dass die Bahn, auf der er sich bewegt, in entsprechender Höhe über dem Fussboden liegt. Er wird namentlich in Werkstätten angewendet und gewährt den Vorteil, dass jeder Punkt der von ihm bestrichenen Grundfläche mit dem Krahn erreicht werden kann, was beim Drehkrahn nicht möglich ist.

Die Laufbahn muss selbstverständlich die nötige Tragfähigkeit besitzen und gegen seitliche Ausbiegungen durchaus gesichert sein, damit sich ihre Spurweite nicht vergrössern und der Krahn selbst herabfallen kann, falls er sich aus irgend einer Veranlassung schief zur Bahn stellen sollte.

Der Laufkrahn besteht aus dem die Längsbewegungen vermittelnden Krahnwagen und dem auf diesem verschiebbaren, also die Querbewegungen machenden Windewerk.

Die Hauptträger des Wagens müssen mindestens bis über die Schienenköpfe sich erstrecken, damit der Wagen, falls eine Laufachse brechen sollte, sich auf die Schienen aufsetzen, aber nicht herabfallen kann. Der Krahnwagen ist mit entsprechenden, durch Seitengeländer geschützten Bühnen zu versehen, um der Bedienungsmannschaft einen sicheren Stand zu gewähren. Der Betrieb dieser Krahne erfolgt entweder von Hand oder maschinell, und zwar kann im ersteren Falle die Bedienungsmannschaft entweder auf dem Krahnwagen sich befinden oder alle Bewegungen des Krahns mittels Haspelketten vom Fussboden aus veranlassen. Letztere Anordnung bietet hinsichtlich der Unfallgefahren grössere Sicherheit.[1])

Der maschinelle Betrieb erfolgt auf verschiedene Weise. Zuerst ist der Betrieb durch eine längs der Laufbahn sich erstreckende Welle zu erwähnen; dieselbe liegt gewöhnlich so, dass ihre Lager nur vom Krahnwagen aus zugänglich sind, der deshalb mit einer sicheren Plattform versehen sein muss, von der aus diese Lager geschmiert werden können.

Vielfach angewendet ist der Betrieb durch endlose Baumwollen- oder Drahtseile; in beiden Fällen ist darauf zu achten, dass der auf dem Krahn befindliche Krahnführer mit dem sehr schnell laufenden Seil nicht in Berührung kommen kann, auch muss dieses, falls es aus irgend einer Veranlassung aus den Seilrollen springen sollte, durch dicht bei denselben angebrachte Ösen aufgefangen werden. — Mit Rücksicht auf die erstere Anforderung und zur Vereinfachung der Bedienung ist es notwendig, dass alle Steuerhebel, durch welche die verschiedenen Krahn-

[1]) Zeichnungen von Laufkrahnen für Hand- oder Maschinenbetrieb siehe Ernst a. a. O.

bewegungen eingeleitet werden, von dem festen Führerstand aus bequem zu handhaben sind.

Endlich kommt der elektrische Betrieb in Betracht, der infolge der höchst einfachen Kraftzuleitung wesentliche Vorzüge und grosse Sicherheit gegen Unfälle bietet. Bei den von E. Becker in Berlin ausgeführten elektrischen Laufkrahnen für nicht zu grosse Lasten werden von einer, unmittelbar mit dem Motor gekuppelten, auf dem Krahnwagen gelagerten Welle durch drei Wendegetriebe die Lastsenkung, die Quer- und Langbewegungen des Krahnes bewirkt. Die Steuerung kann vom Krahne oder vom Fussboden aus erfolgen.[1])

c. Hydraulische Krahne.

Bei den hydraulischen Krahnen wird die Last durch Einwirkung einer Wassersäule auf einen Treibkolben gehoben. — Die grosse Einfachheit und der geringe Kraftverlust der hydraulischen Kraftübertragung, sowie die Einfachheit in der Unterhaltung machen dieselben besonders dann für den Betrieb von Hebezeugen wertvoll, wenn eine grössere Zahl derselben von einer Zentralstelle aus zu betreiben ist, wie dies z. B. in Speicheranlagen vorkommt. Die Zentralstelle ist eine mit sehr hohem Druck arbeitende Akkumulatoranlage, deren Akkumulator mit der Betriebsmaschine derartig in ein Abhängigkeitsverhältnis zu bringen ist, dass letztere selbstthätig angeht, sobald der Akkumulator seinem tiefsten Stande sich nähert, dagegen selbstthätig abgestellt wird, wenn jener nahe seinem höchsten Stand anlangt.

Die vom Akkumulator ausgehende Rohrleitung ist mit einem oder mehreren Sicherheitsventilen zu versehen, die eine gefährliche Drucksteigerung verhindern, falls der Akkumulator aus irgend einer Veranlassung plötzlich sehr schnell sinken sollte.

Die hier in Frage kommenden Krahne oder Hebezeuge sind meist feststehend, weil die Zuleitung des Druckwassers zu beweglichen Maschinen mancherlei Schwierigkeiten bietet. Da alle Kurbeln und Räderwerke fortfallen, so bieten diese Hebezeuge bei sorgfältiger Überwachung der Ketten eine sehr hohe Sicherheit gegen Unfälle, die nur entstehen können, falls durch unvorsichtige Handhabung der Steuerung Rohrbrüche eintreten, infolge deren die Last sehr schnell sinken würde.

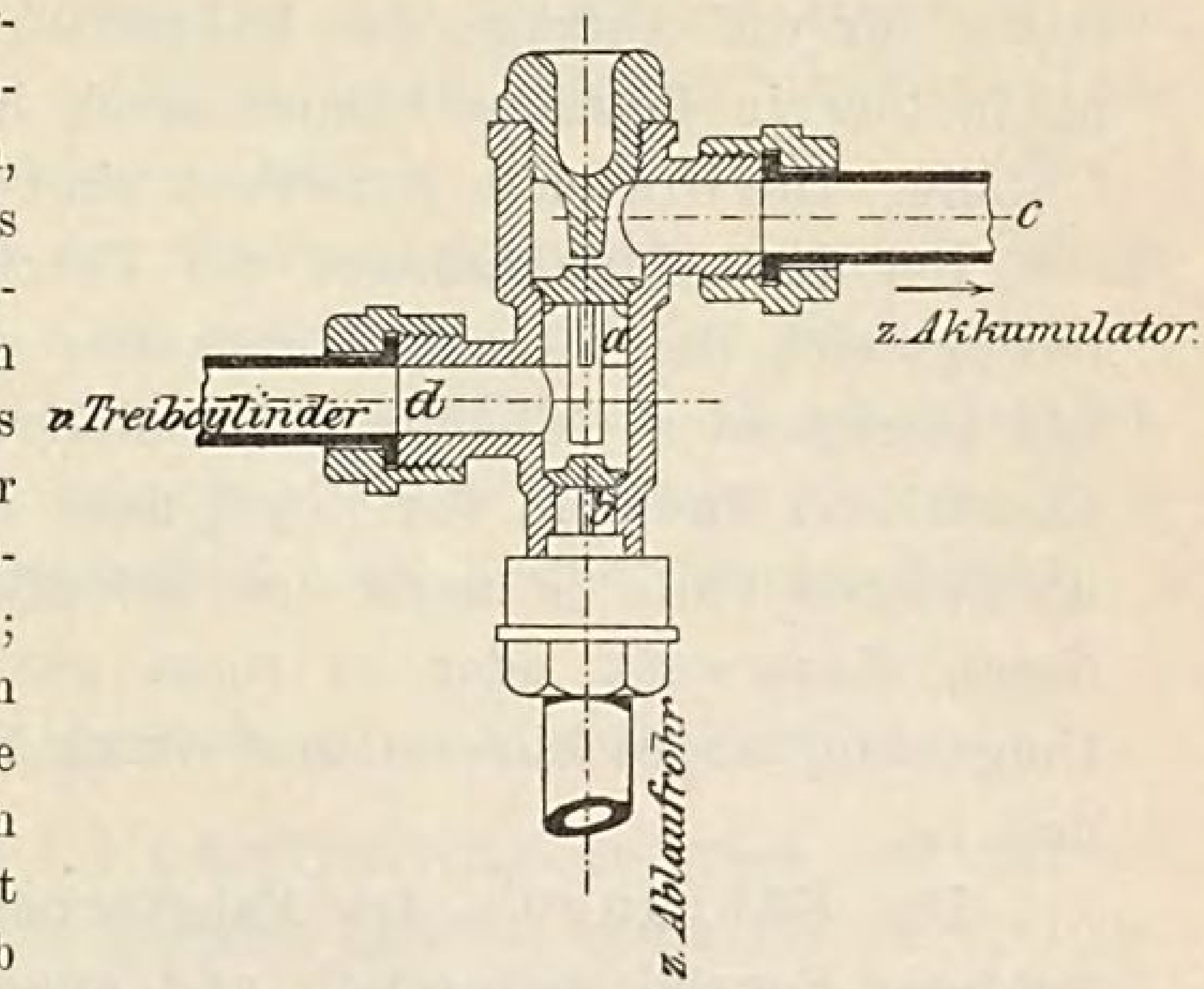
Bei unvorsichtiger Umsteuerung entstehen Wasserstösse in der Rohrleitung, die man durch ein in die Druckleitung eingeschaltetes gewöhnliches Sicherheitsventil unschädlich machen kann, welches bei zu

[1]) Zeichnung eines solchen Krahns findet sich bei Specht, Die Massenfabrikation im Maschinenbau, S. 54. Berlin 1893.

hohem Wasserdruck etwas Druckwasser ins Freie entweichen lässt. Da hierdurch aber Druckwasser verloren geht, hat Armstrong folgende Anordnung getroffen.

Das Sicherheitsventil a (Fig. 658) ist derart in die Rohrleitung eingeschaltet, dass der Akkumulatordruck von c aus die Ventilbelastung bildet. Wird bei niedergehendem Treibkolben das Auslassventil plötzlich geschlossen, so kann infolge der Trägheit dieses Kolbens ein, den Akkumulatordruck übersteigender Druck in der abgeschlossenen Wassersäule entstehen, welcher das Ventil a hebt, so dass etwas Wasser in den Akkumulator zurücktreten kann. Beim schnellen Lastheben kann ausserdem der Fall eintreten, dass sich der Treibkolben vermöge seiner Trägheit nach Schluss des Zuleitungsventiles noch ein Stück weiter bewegt; es würde dann hinter dem Kolben ein Vacuum entstehen, so dass derselbe schliesslich wieder auf die hinter ihm stehende Wassersäule zurückgeschleudert würde. Es ist daher das zweite Ventil b angeordnet, welches sich in diesem Falle öffnet und Wasser zutreten lässt. Der Apparat ist so einzubauen, dass die Rohre c und d eine den Steuerapparat umgehende Zweigleitung der Hauptdruckleitung bilden, damit der gewünschte Druckausgleich nach erfolgtem Schluss der Steuerventile erfolgen kann.

Fig. 658.



Sicherheitsventil an hydraulischen Krahnen von Armstrong.

Die Steuerung dieser Hebezeuge wird meist durch einen einfachen Muschelschieber bewirkt. Dem Eintrittskanal ist ein solcher Querschnitt (z. B. rautenförmig) zu geben, dass beim Öffnen zunächst nur eine kleine, dann allmählich sich erweiternde Öffnung entsteht. Ausser der Schiebersteuerung kommen auch Kolben- und Ventilsteuerungen, letztere namentlich von Armstrong angewendet, vor. — Alle Steuerapparate müssen, um Unfälle zu verhüten, sich selbstthätig in die Ruhelage einstellen, sobald der Treibkolben seine Endstellungen überschreiten will.[1])

E. Aufzüge.

Unter „Aufzug“ versteht man eine maschinelle Anlage zur senkrechten Förderung von Lasten, deren die Last aufnehmende Förderschale,

[1]) Näheres über hydraulische Krahne s. Ernst a. a. O., sowie die Abhandlung desselben Verfassers: Beiträge zur Entwicklung der Hebewerke mit Druckwasserbetrieb. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1890.

gewöhnlich Fahrkorb oder Fahrstuhl genannt, sich zwischen festen Führungen bewegt.

Wie im II. Abschnitt S. 153 erwähnt ist, ereigneten sich nach der Statistik des Reichs-Versicherungsamtes für das Jahr 1887 an derartigen Maschinen 899 Unfälle mit 27,25 $^0/_0$ Todesfällen, von denen auf den Bergwerksbetrieb 267 Unfälle mit 128 Todesfällen kommen. Es bleiben daher für die Aufzüge des Fabrikbetriebes, der, wie eingangs erwähnt, allein hier in Betracht kommt, noch immer 632 entschädigungspflichtige Unfälle. Die Ursachen derselben sind a. a. O. im allgemeinen angedeutet.

Bei den Aufzuganlagen der Fabriken, Speicher, Warenhäuser u. s. w. bewegt sich der Fahrstuhl entweder an der Aussenfront oder im Innern des betreffenden Gebäudes. Im ersteren Falle bleibt der vom Fahrkorb bestrichene Raum in der Regel nach drei Seiten offen, während derselbe im zweiten Falle je nach den betreffenden baupolizeilichen Vorschriften durch Mauerwerk oder in sonst geeigneter Weise vollständig von der Umgebung abgeschlossen und durch Thüren an den Ladestellen zugänglich ist.

Die Führungen des Fahrkorbes müssen in allen Fällen mit besonderer Sorgfalt hergestellt und angebracht sein, damit sich der Fahrkorb an denselben nirgends klemmen oder stossen kann, wodurch gefährliche Beanspruchungen der Tragorgane herbeigeführt werden können, mindestens aber der ruhige Gang des Fahrkorbes beeinträchtigt wird. Die Führungen müssen ferner imstande sein, den Einwirkungen der beim Bruch der Tragorgane in Thätigkeit tretenden Fangvorrichtungen (S. 700) vollkommen zu widerstehen.

Der Fahrkorb soll bei ausreichender Festigkeit stets so leicht als möglich sein. Wird derselbe durch Seile, Ketten u. dergl. getragen, so muss die Verbindung zwischen beiden Teilen durch elastische Zwischenglieder erfolgen, damit beim Anheben der Last eine stossfreie, allmähliche Beanspruchung des Tragorgans eintritt. Für die Ketten und Seile sowie deren Leitrollen gelten die früher bereits angegebenen Vorschriften und Vorsichtsmaassregeln.

Das Eigengewicht des Fahrkorbes wird in vielen Fällen durch ein Gegengewicht ausgeglichen, welches in geeigneten Führungen gleitend, vom Fahrschacht sicher abgeschlossen sein muss.

Jede Aufzugsanlage ist mit Sicherheitsvorrichtungen zu versehen, welche 1. den durch Bruch der Tragorgane oder anderer Maschinenteile möglichen Unfällen begegnen, 2. das Herabfallen des Ladegutes vom Fahrstuhl verhindern, 3. die richtige Handhabung der Steuerung und 4. den rechtzeitigen und sichern Verschluss der Zugänge zum Fahrschacht gewährleisten.

Die Anforderungen zu 3 und 4 stehen in innigstem Zusammenhang und werden erfüllt, wenn „der Bewegungsmechanismus des Fahrstuhls mit den zu dem Fahrschacht führenden Thüren in einem derartigen Abhängigkeitsverhältnis steht, dass die letzteren in allen Geschossen stets vollständig geschlossen sind und nur innerhalb desjenigen Stockwerks sich öffnen lassen, in dessen Fussbodenhöhe der Fahrstuhl gerade angelangt ist, und wenn die Fortbewegung des Fahrstuhls aus dem betreffenden Geschoss nicht früher erfolgen kann, als bis wiederum die Thür nach dem Fahrchacht geschlossen ist."

Von dem Sonderzweck und der Bedienungsart des Aufzuges hängt es ab, ob diese Bedingungen in aller Strenge zu erfüllen sind, oder ob die notwendige Betriebssicherheit mit geringeren Mitteln zu erreichen ist.

Nach der verwendeten Betriebskraft sind die Aufzüge einzuteilen in solche mit Handbetrieb, mit maschinellem und hydraulischem Betrieb.

a. Aufzüge mit Handbetrieb oder Handaufzüge.

Derartige Aufzüge sind nur für Lastförderung geeignet und nur da mit Vorteil zu verwenden, wo nur geringe Lasten, etwa bis zu 500 kg, oder grössere Lasten nur selten zu heben sind. Die Fahrstuhlplattform hat gewöhnlich 1 bis 1,25 m im Quadrat, auch wohl 1,25 bis 1,50 m Grundfläche. Zum Betrieb eines solchen Aufzuges ist ein Windewerk oder eine Aufzugmaschine notwendig, wofür sich u. a. die Sicherheitswinde von Briegleb, Hansen & Co. in Gotha (S. 677) eignet, die im obersten Stockwerk seitwärts vom Fahrschacht aufgestellt und statt durch Riemen mittels eines durch alle Stockwerke geführten endlosen Zugseils in Thätigkeit gesetzt wird. Häufiger wird jedoch das Windewerk unmittelbar über dem Fahrschacht angeordnet; der Betrieb erfolgt dann ebenfalls mittels eines endlosen Zugseils.

Die Anordnung eines an der Aussenfront eines Gebäudes angebrachten Handaufzuges zeigen Fig. 659 und 660 (S. 692).

Der Fahrkorb f bewegt sich zwischen den durch schmiedeeiserne Konsolen c am Mauerwerk befestigten T-förmigen Führungsschienen s und ist, um das Herabfallen des Ladegutes zu verhindern, an beiden Führungsseiten mit festen Wänden aus Drahtgeflecht, an der Vorder- und Rückseite aber mit ebensolchen Einsatzgittern versehen.[1]) Der tiefste Stand des Fahrkorbes muss durch ein mit Thüren versehenes, engmaschiges Gitter von Drahtgeflecht umschlossen sein. Der Fahrkorb hängt in dem doppelten Drahtseil t, welches oben über die Seilrollen l gelegt ist und am anderen Ende das Gegengewicht trägt; dasselbe gleitet in dem der linksseitigen Führungsschiene als Unterlage dienenden Holzkasten, ist sonach vom Fahrschacht vollständig abgeschlossen

[1]) Zweckmässiger ist es, den vom Fahrkorb bestrichenen Raum vollständig mit Drahtgeflecht zu umkleiden, wenngleich sich die Anlagekosten etwas erhöhen.

und wird zur Überwindung der Seil- und Reibungswiderstände etwas grösser gewählt, als das Eigengewicht des Fahrkorbes. Das auf einem konsolartigen Ausbau des Dachgeschosses gelagerte Windewerk besteht aus einem einfachen Rädervorgelege, auf dessen Antriebswelle das 1,5 m im Durchmesser haltende Seilrad aufgekeilt ist, das auf seinem Umfang entsprechend gestaltete schmiedeeiserne Gabeln trägt, in welche sich das 30 bis 40 mm starke Hanfzugseil z legt. Auf der Seilradwelle sitzt eine einfache Bandbremse, die für gewöhnlich geschlossen ist, daher beim Heben der Last mit Hilfe eines besonderen, durch alle Stockwerke gehenden Zugseils geöffnet werden muss. — Um Unfälle bei etwaigem Bruch des Tragseils zu verhüten, ist der Fahrkorb mit einer Fangvorrichtung versehen (S. 700). Die Zugänge zum Fahrschacht sind mit nach dem Innern des Gebäudes aufgehenden Thüren geschlossen, deren unbefugtes Öffnen durch einen vor jeder Thür liegenden Verschlusshebel verhindert wird. Dieser ist durch einen Mechanismus, ähnlich dem in Fig. 663 bis 665 dargestellten, derartig vom Fahrkorb abhängig gemacht, dass sich nur diejenige Thür öffnen lässt, hinter welcher der Fahrkorb steht.

Fig. 659.

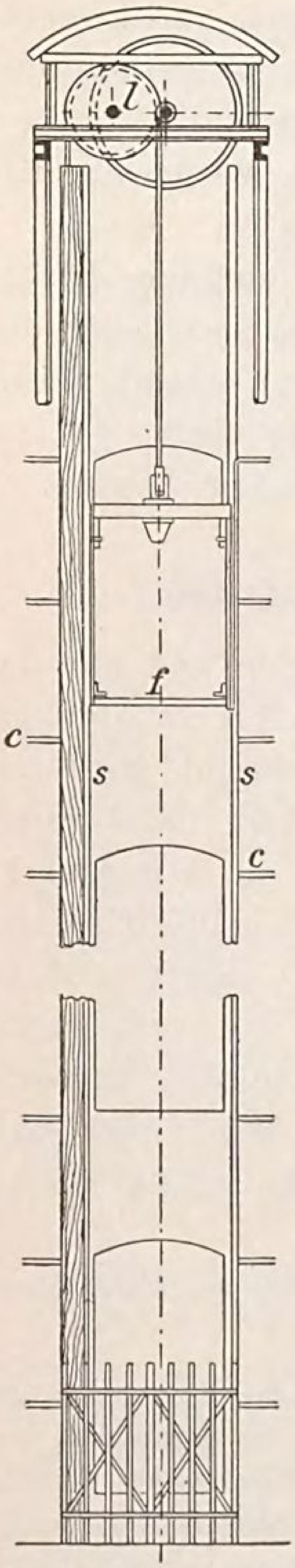
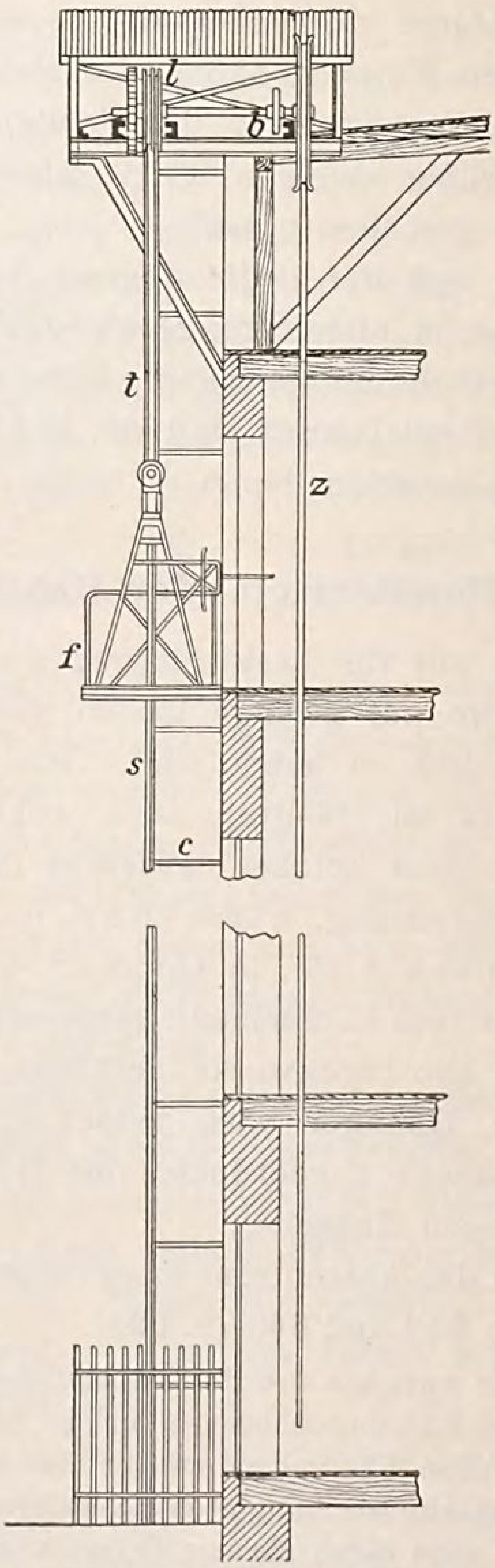


Fig. 660.



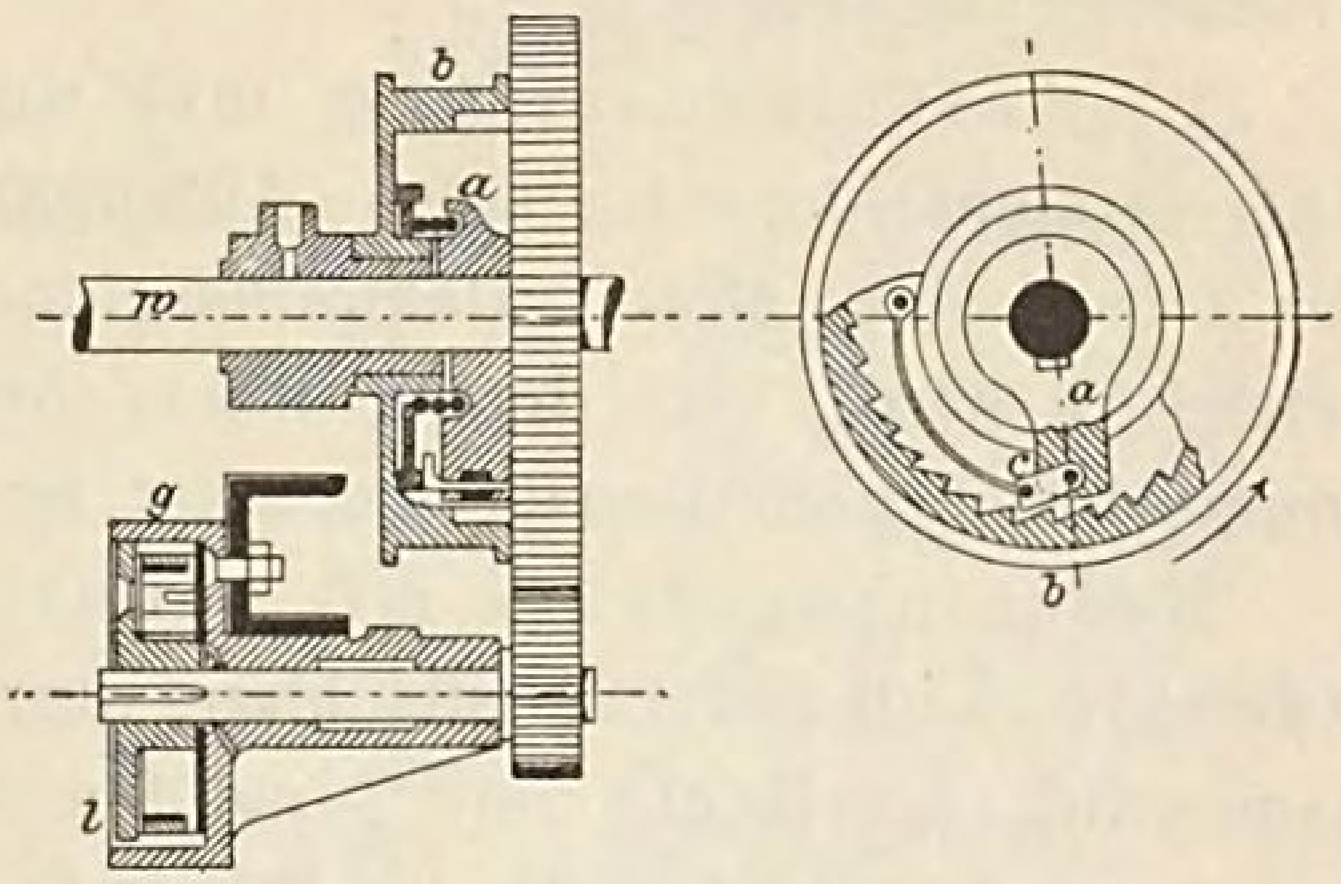
Handaufzug für die Aussenfront von Gebäuden.

Die Handaufzüge von C. Flohr (Th. Lissmann) in Berlin zeigen dieselbe Aufhängung des Fahrkorbes, sowie die gleiche Anordnung des Gegengewichtes und werden ebenfalls durch ein endloses Zugseil mit einfachem Rädervorgelege in Thätigkeit gesetzt; dagegen ist ihre Bremseinrichtung vollkommner als die vorhergehende, indem sie aus Sperrradbremse mit Zentrifugalregulator besteht.

Die mit inneren Sperrradzähnen versehene Bremsscheibe b (Fig. 661) sitzt lose auf der zapfenartigen Verlängerung des einen Lagers der Zugseilradwelle w, auf welche

der Träger a des Sperrkegels c, sowie ein Stirnrad fest aufgekeilt sind. Beim Aufwinden der Last in der Pfeilrichtung wird der Sperrkegel durch eine Feder (Fig. 662) aus den Sperrzähnen gezogen und jedes lästige Geräusch vermieden. Sobald der Zug am Seil aufhört, stützt der Sperrkegel die Last ab, da die Bremse stets angezogen ist. Der Niedergang des Fahrkorbes erfolgt nur nach Lösung der Bremse und wird mittels derselben reguliert. Um eine gefährliche Niedergangsgeschwindigkeit infolge falscher Handhabung der Bremse zu verhüten, ist noch ein dem Stauffer'schen nachgebildeter Zentrifugalregulator angebracht, welcher in der aus Fig. 661 ersichtlichen Weise angetrieben wird und dessen Bremstrommel g am Windengestell befestigt ist. Die Fangvorrichtung entspricht der bei den Maschinenaufzügen angewendeten (S. 700).

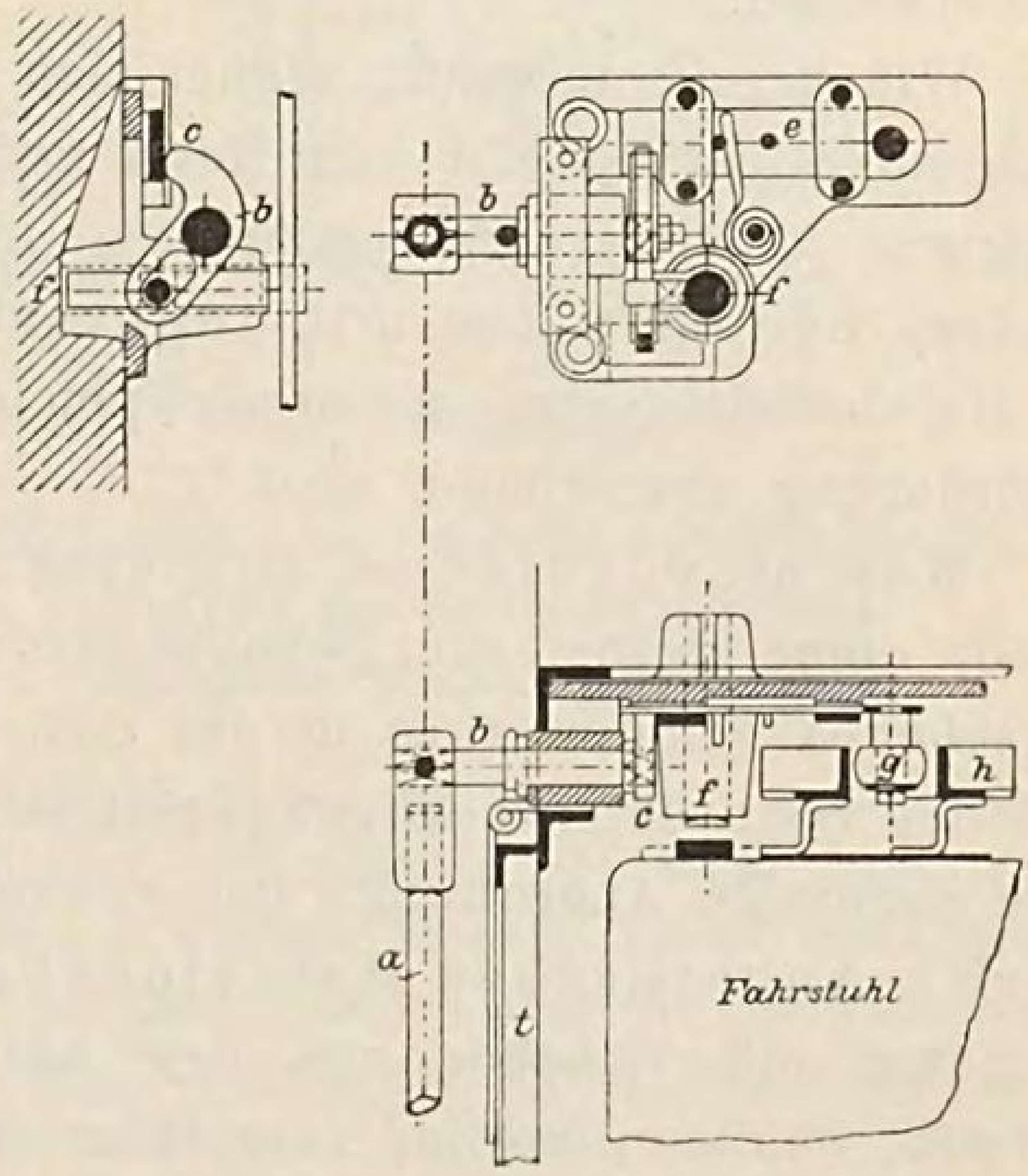
Fig. 661. Fig. 662.



Bremseinrichtung an Handaufzügen von C. Flohr.

Der **Verschluss der Schachtthüren** hat folgende Einrichtung: Vor der geschlossenen Thür t (Fig. 665) befindet sich der Verschlusshebel oder Schlagbaum a in horizontaler Lage; er ist fest auf die kurze Welle b aufgekeilt, die innerhalb des Schachtes den Doppelhebel c (Fig. 663) trägt, dessen oberer gebogener Arm bei der Verschlussstellung des Schlagbaums a sich gegen den an der Wandplatte geführten, durch eine starke Feder stets nach aussen gedrängten Riegel e (Fig. 664) legt und somit jede Bewegung des Schlagbaums hindert. Wenn der Fahrkorb nahe in Fussbodenhöhe des betreffenden Stockwerks anlangt, erfasst seine Gleitbahn h (Fig. 665) die Rolle g des Riegels e und schiebt diesen so weit nach innen, dass er ausser Berührung mit Hebel c kommt, so dass nun der Schlagbaum a angehoben und die Thür geöffnet werden kann. Bei dem Anheben von a wird aber durch den untern Arm von c der Dorn f nach dem Fahrkorb hingeschoben, tritt in einen Schlitz in der Wand desselben, der nun weder von hier noch von einem andern Stockwerk aus in Gang zu setzen ist, bevor nicht die Thür geschlossen und Hebel a niedergelegt wurde.

Fig. 663. Fig. 664 und 665.



Verschluss der Schachtthüren an Handaufzügen von C. Flohr.

b. Aufzüge mit maschinellem Betrieb oder Maschinenaufzüge.

Je nach Art der Kraftübertragung unterscheidet man 1. Maschinenaufzüge mit unmittelbarem Motorenbetrieb und 2. Maschinenaufzüge mit Transmissionsbetrieb.

1. Maschinenaufzüge mit unmittelbarem Motorenbetrieb. Man versteht hierunter solche Aufzuganlagen, deren Windewerk unmittelbar durch einen Motor, Dampfmaschine oder Gasmotor oder Elektromotor, betrieben wird, von denen indess der Gasmotor nur für Aufzüge mit ununterbrochenem Betrieb geeignet ist.

Maschinenaufzüge mit unmittelbarem Betrieb durch Dampfmaschinen finden in Deutschland nur Verwendung zur Lastenförderung, namentlich bei Hoch- und Cupolöfen u. dergl., wogegen sie in England und besonders in Amerika auch zur Personenbeförderung in Wohnhäusern und Gasthöfen weit verbreitet sind. Bei ihrer seltenen Verwendung für derartige Zwecke in Deutschland genügt es hier, auf Riedler's Bericht über die Personen- und Lastenaufzüge der Weltausstellung in Philadelphia zu verweisen.

Wie bereits erwähnt, eignet sich der Gasmotor, weil er nach jedesmaligem Stillstand erst von Hand gedreht werden muss, um den regelmässigen Arbeitsprozess einzuleiten, nicht für die gewöhnlichen Aufzüge, sondern nur für solche mit ununterbrochenem Betrieb, wie sie z. B. in Geschäftshäusern, neueren Speicheranlagen u. s. w. zur Personenbeförderung angewendet sind.[1])

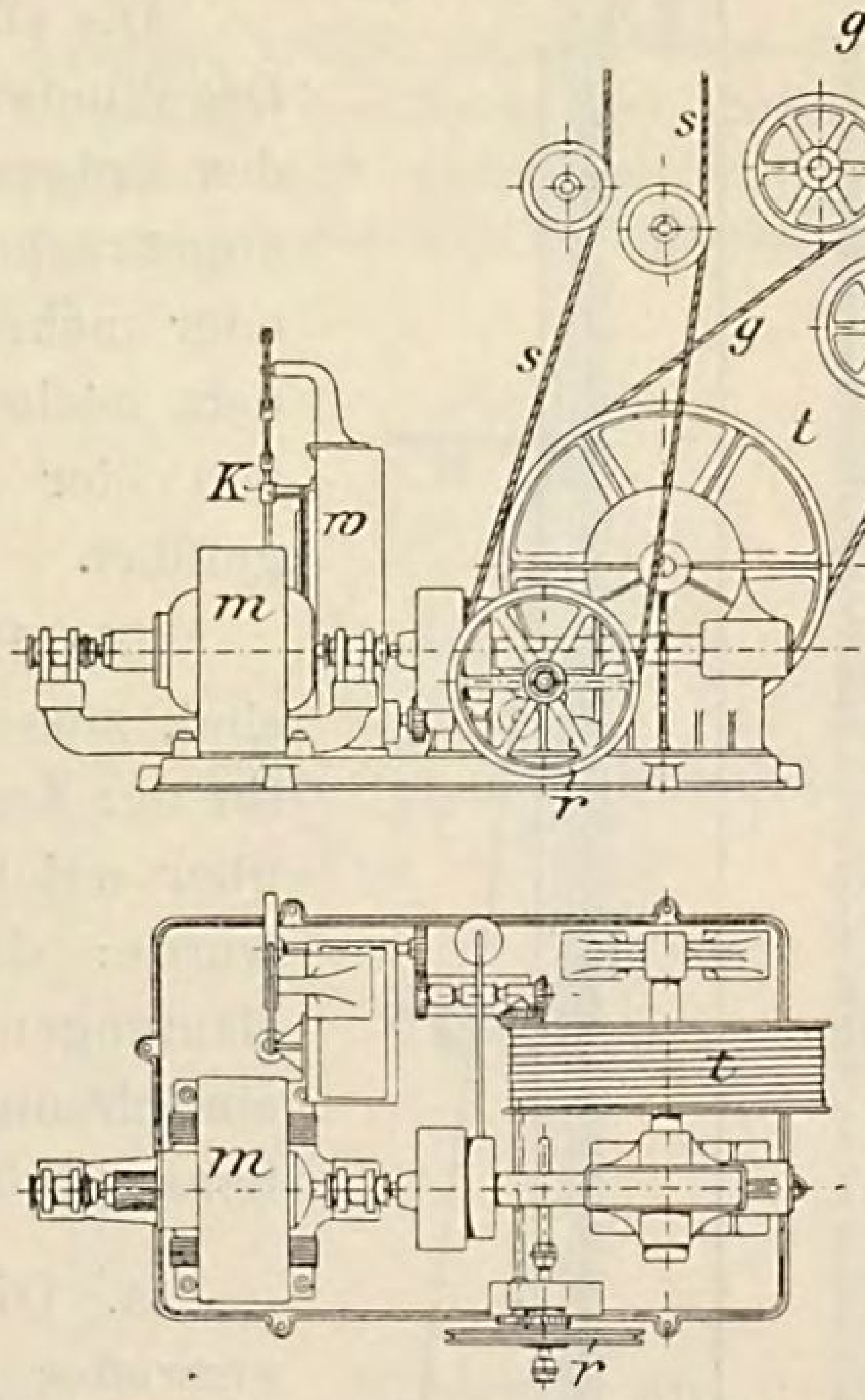
Maschinenaufzüge mit elektrischem Betrieb. Der Elektromotor dient hierbei zum Betriebe des meist mit Schneckenradübersetzung versehenen Windewerkes in der Art, dass seine Ankerwelle unmittelbar mit der Schneckenwelle gekuppelt ist. Fig. 666 und 667 (S. 695) zeigen eine derartige Anordnung, bei welcher das Windewerk u. s. w. von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft, der Elektromotor mit Zubehör von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft, beide in Berlin, ausgeführt sind.

Der Motor m und das Windewerk sind auf gemeinschaftlicher Grundplatte montiert und seitwärts vom Fahrschacht aufgestellt. Von der Trommel t des letzteren sind die doppelten Lastseile l, an welchen der Fahrkorb hängt, vermittels Ablenkungsrollen nach zwei über dem Fahrschacht liegenden Seilrollen und von diesen nach dem Fahrkorb geführt. Das Gewicht desselben, sowie ein Teil der Nutzlast sind durch ein Gegengewicht ausgeglichen, welches an den gleichfalls doppelten, über entsprechende Ablenkungs- und Seilrollen geführten Drahtseilen g hängt und neben oder im Fahrschacht

[1]) Zeichnung eines solchen siehe: Specht, Die gebräuchlichsten Bauarten der Personen- und Lastenaufzüge, S. 16. Berlin 1891.

so angebracht ist, dass es bei etwaigem Seilbruch nicht in die Bahn des Fahrkorbes kommen kann. Ausser diesen beiden Seilen befindet sich im Fahrschacht und mit einem Trum durch den Fahrkorb gehend, noch das endlose Steuerseil s, welches über eine am Windewerk angebrachte Seilrolle r gelegt ist und zur Ein- oder Ausschaltung des Stromes, also zur Steuerung des Fahrstuhles dient; es wird vom Fahrkorb aus bewegt. Der elektrische Strom wird mit Hilfe von Widerständen derart ein- oder ausgeschaltet, dass das Anlassen bezw. Stillstellen des Fahrkorbes allmählich und ohne Stösse erfolgt, auch wird auf diese Weise der Stromverbrauch der Grösse der zu hebenden Last angepasst. Das Windewerk ist mit einer selbstthätigen Ausrückung versehen, um das Überfahren der Endstellungen, falls der Fahrstuhlführer die Umsteuerung versäumen sollte, zu verhüten. Ferner ist eine selbstthätige Bremse angebracht, welche in der Mittellage der Steuerung zur Wirkung kommt und ein sanftes aber sicheres Abbremsen der in Bewegung befindlichen Teile (Anker, Seiltrommel) bewirkt; als Bremsscheibe dient die Kupplung zwischen Anker- und Schneckenwelle. — Der Fahrkorb ist mit Fangvorrichtung und Geschwindigkeitsbremse (S. 705) und mit einer von der Fangvorrichtung unmittelbar abhängigen Ausschaltvorrichtung für den elektrischen Strom ausgestattet, welche gleichmässig mit dem Eingreifen der Fangvorrichtung zur Wirkung kommt. Durch diese plötzliche Unterbrechung des Betriebsstromes wird die elektrische Winde ausser Thätigkeit gesetzt, womit alle Nachteile und Gefahren, welche beim Eingreifen der Fangvorrichtung durch plötzliche Überlastung der Winde und den Rückstoss auf den Anker des Motors entstehen würden, beseitigt sind. Diese Ausschaltvorrichtung kann vom Fahrkorb aus sogleich wieder eingestellt und somit der Betrieb wieder aufgenommen werden. — Die Schachtthüren sind selbstthätig schliessend, von aussen nur mittels besonderen Schlüssels zu öffnen, so dass Unberufene die Thüren nicht öffnen können. Ausserdem ist eine vom Fahrkorb abhängige Verriegelung vorhanden, die nur gelöst wird, wenn der Fahrkorb hinter der betreffenden Thür steht. Die übrigen Schachtthüren dagegen sind nicht zu öffnen.

Fig. 666 und 667.

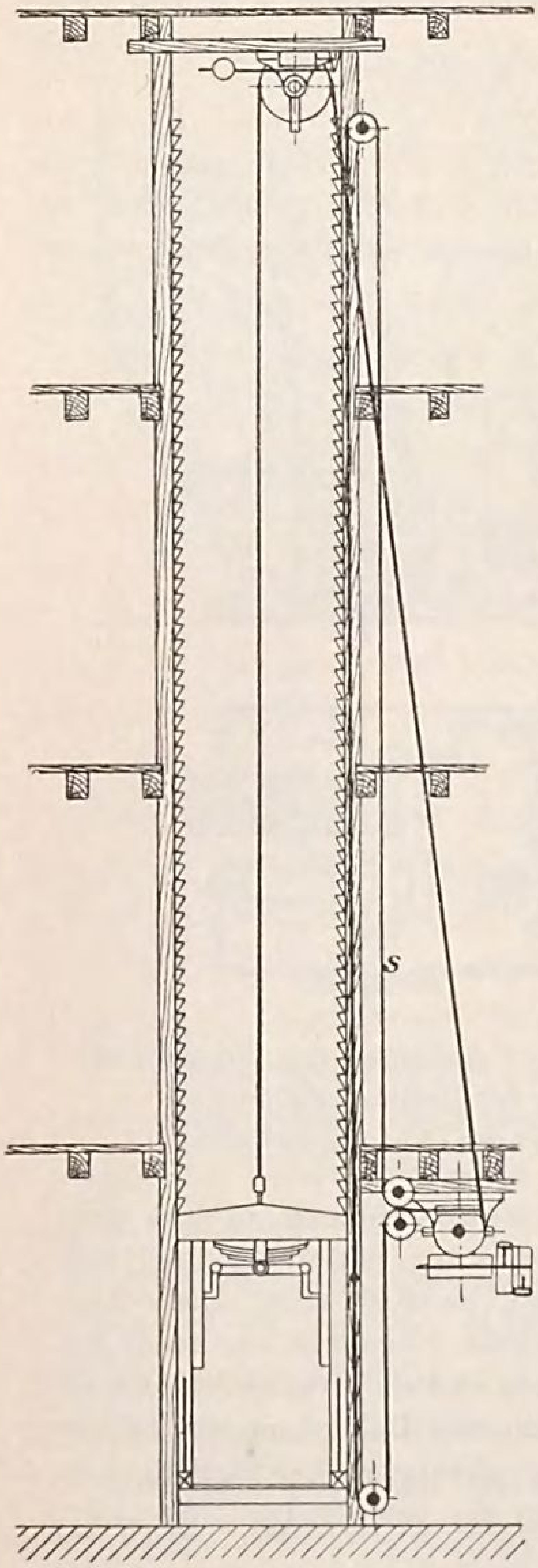


Windewerk von Aufzügen mit elektrischem Betrieb der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

2. Maschinenaufzüge mit Transmissionsbetrieb oder Transmissionsaufzüge. Das Windewerk oder die Aufzugmaschine derartiger Aufzüge wird durch Riemen von einer Welle in Thätigkeit gesetzt, welche die Betriebskraft von dem meist für andere Zwecke dienenden, entfernt stehenden Motor zuführt. Sie finden namentlich zur Last-

förderung die ausgedehnteste Anwendung in Fabriken aller Art, Warenhäusern u. s. w. und werden zuweilen auch für Personenbegleitung (Fahrstuhlwärter) eingerichtet; zur ausschliesslichen Personenbeförderung finden sie wenig Verwendung.

Fig. 668.



Maschinenaufzug mit Transmissionsbetrieb.

Die allgemeine Anordnung zeigt Fig. 668. Das Windewerk ist beispielsweise an der Decke des Erdgeschosses seitwärts vom Fahrschacht angebracht; von seiner Seiltrommel sind ein oder mehrere Seile in geeigneter Weise nach dem höchsten Punkte des Fahrschachtes und von hier über Rollen nach dem Fahrkorb geführt.

Die Hauptteile einer derartigen Anlage sind, ausser den Führungen, den Tragorganen (in der Regel Drahtseile) und dem Fahrkorb, über welche bereits früher das Nötige gesagt wurde: das Windewerk, die Sicherheitsvorrichtungen am Fahrkorb und die Steuerungseinrichtungen mit den Verschlüssen der Schachtthüren.

a. Die Windewerke haben Vorgelege entweder von Stirnrädern oder Schneckenrädern oder Reibungsrädern.

Windewerke mit Stirnrädervorgelege werden entweder mit nur einem oder mit offenem und gekreuztem Riemen betrieben, je nachdem der Niedergang der Last durch deren eigenes Gewicht oder mittels des Windewerkes erfolgen soll. Das in Fig. 669 bis 671 (S. 697) dargestellte Windewerk von E. Becker in Berlin wird mit einfachem Riemen betrieben und ist sowohl mit Sperrradbremse (S. 671) als auch mit Zentrifugalbremse (S. 676) versehen.

Die Antriebsscheibe e und der mit dem Sperrrad v zusammengegossene Vorgelegetrieb x sitzen fest auf der Welle w_1; die Bremstrommel g der Zentrifugalbremse ist am Gestell fest und dient mit ihrer Nabe als Lager für die Welle w_1. Auf dieser Nabe sitzt lose die Bremsscheibe b der Differenzialbremse, an der ausserhalb der Sperrkegel für v, innerhalb die drei Bolzen für die Bremsklötze der Zentrifugalbremse angebracht

sind. Zwecks der Steuerung ist die Welle w mit dem Haspelrad p für die Steuerkette und dem Hebel i versehen, der mit seinem offenen Schlitz einen Stift der Riemenführerstange erfasst; ausserdem sitzt auf der Welle noch der Trieb z, welcher in eine vertikal unter dem Bremshebel h liegende Zahnstange greift. Da die Bremse erst angezogen werden darf, nachdem der Riemen auf die Leerscheibe verschoben ist, was durch Ziehen am rechten Steuerkettentrum erfolgt, so macht die Zahnstange anfänglich einen toten Weg, nach vollendeter Riemenverschiebung wird der Fahrkorb durch die Bremse schwebend erhalten. Das Niederlassen desselben erfolgt erst bei weiterem Zug an demselben Kettentrum, weil dann die Zahnstange den Bremshebel anhebt und die Bremse lüftet. Damit hierbei der Riemenführer nicht weiter beeinflusst wird, ist Hebel i mit offenem Schlitz versehen, so dass er nun den Stift des Riemenführers verlässt. — Der Fahrkorb hängt an einem Gurt.

Fig. 669 und 670.

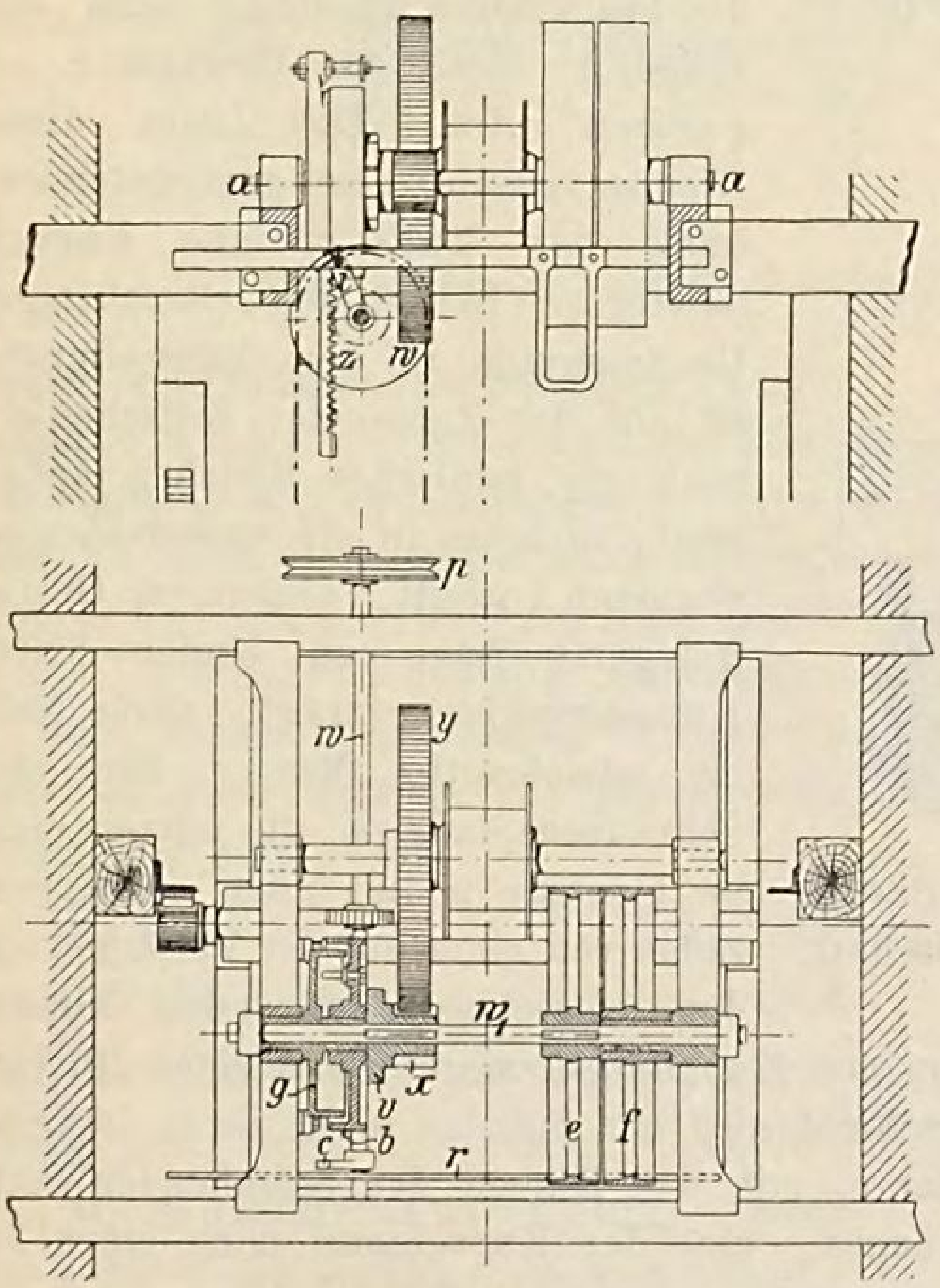
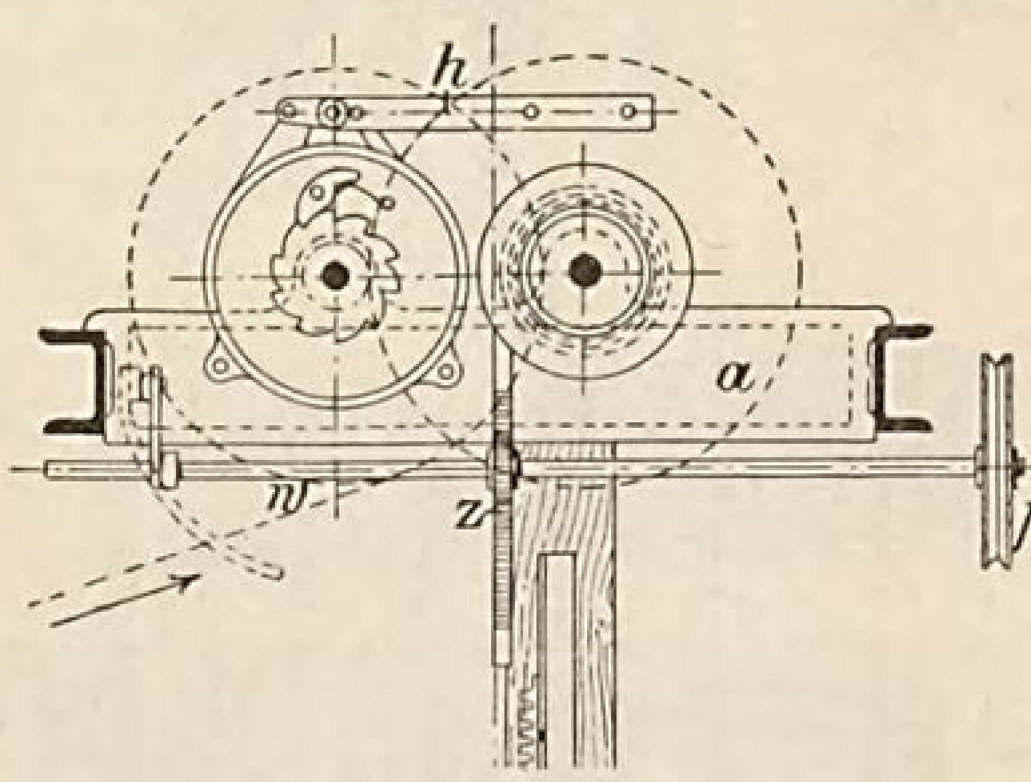


Fig. 671.



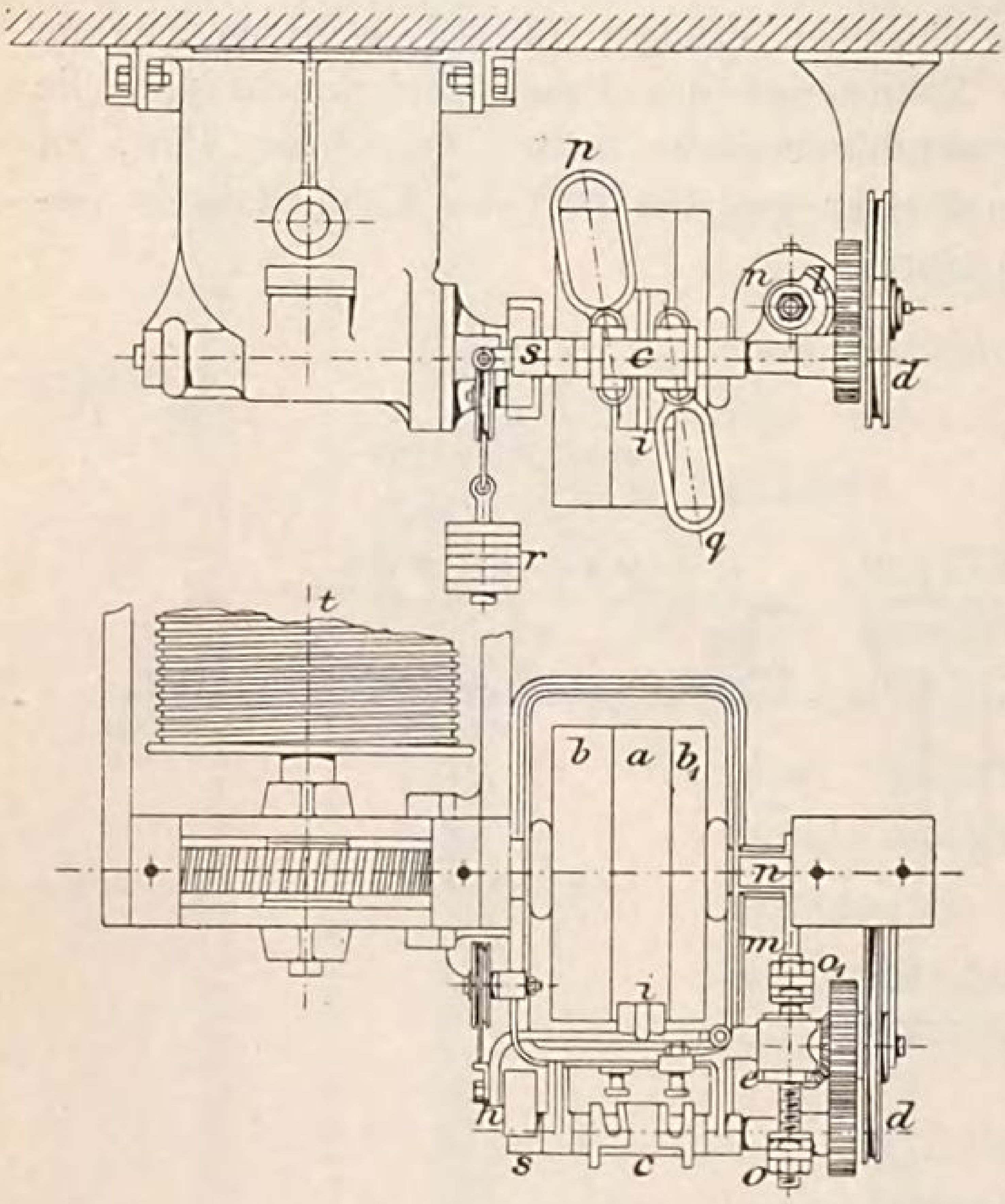
Windewerk mit Stirnrädervorgelege von E. Becker.

Windewerke mit Schneckenantrieb werden am häufigsten verwendet, weil sie Selbsthemmung haben; sie erfordern demgemäss zwei Riemen, und man trifft die Anordnung meist so, dass der Aufgang des Fahrkorbes durch den offenen, sein Niedergang durch den gekreuzten Riemen veranlasst wird. Als Beispiel ist in Fig. 672 und 673 (S. 698) das von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Berlin ausgeführte Windenwerk dargestellt.

Schneckenrad und Schnecke befinden sich in einem geschlossenen, als Ölbehälter dienenden Gehäuse; auf der Welle der letzteren sitzt die Festscheibe a zwischen den beiden Leerscheiben bb_1, von denen letztere für den Niedergang des Fahrstuhls bestimmt ist und nur die halbe Breite der andern hat. Die Riemgabeln p und q bilden

ungleicharmige Hebel, deren Drehpunkte am mittleren horizontalen Rahmen des Windegestelles befestigt sind; ihre kurzen Arme tragen Zapfen, welche in die Nuten des Kurvenmuffs c eingreifen. Dieser kann mittels Stirnradübersetzung von der Seilscheibe d aus gedreht werden, um welche das durch den Fahrschacht geführte oder mit einer Steuerstange in demselben verbundene Steuerseil gelegt ist. Die Nuten des Kurvenmuffs sind so gestaltet, dass je nach der Drehungsrichtung nur einer der beiden Riemen auf die Festscheibe geschoben wird, der andere dagegen auf der Leerscheibe verbleibt. Um das Nachlaufen des Windewerkes nach erfolgter Ausrückung zu verhindern, legt sich im geeigneten Augenblick der Bremsbacken i gegen die Festscheibe a, indem dann sein Hebel h durch das Gewicht r angezogen wird. Das Lösen dieser Bremse veranlasst bei geeigneter Drehung des Muffs c eine Kurvenscheibe s. Behufs der selbstthätigen Umsteuerung in den Endstellungen ist auf der Achse der Seilscheibe d noch ein konisches Rädchen aufgesetzt, welches in ein entsprechendes Segment l greift, dessen im Gestell gelagerte Nabe an beiden Seiten Kupplungsklauen trägt. Diese Nabe ist gleichzeitig Mutter für eine Schraubenspindel m, die mittels eines im Gehäuse n liegenden Schneckenrades von einer auf der Verlängerung der Antriebwelle sitzenden kleinen Schnecke angetrieben wird und die beiden mit Kupplungsknaggen versehenen Muttern o und o_1 trägt. Bei ihrer Drehung verschiebt sich die Spindel m in ihrer Längenrichtung; sobald eine der Muttern o oder o_1 mit den Klauen der betreffenden Seite der Nabe des Segments l in Eingriff kommt, wird der Kurvenmuff nach einer bestimmten Richtung gedreht und die Umsteuerung bewirkt.

Fig. 672 und 673.



Windewerk mit Schneckenantrieb der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

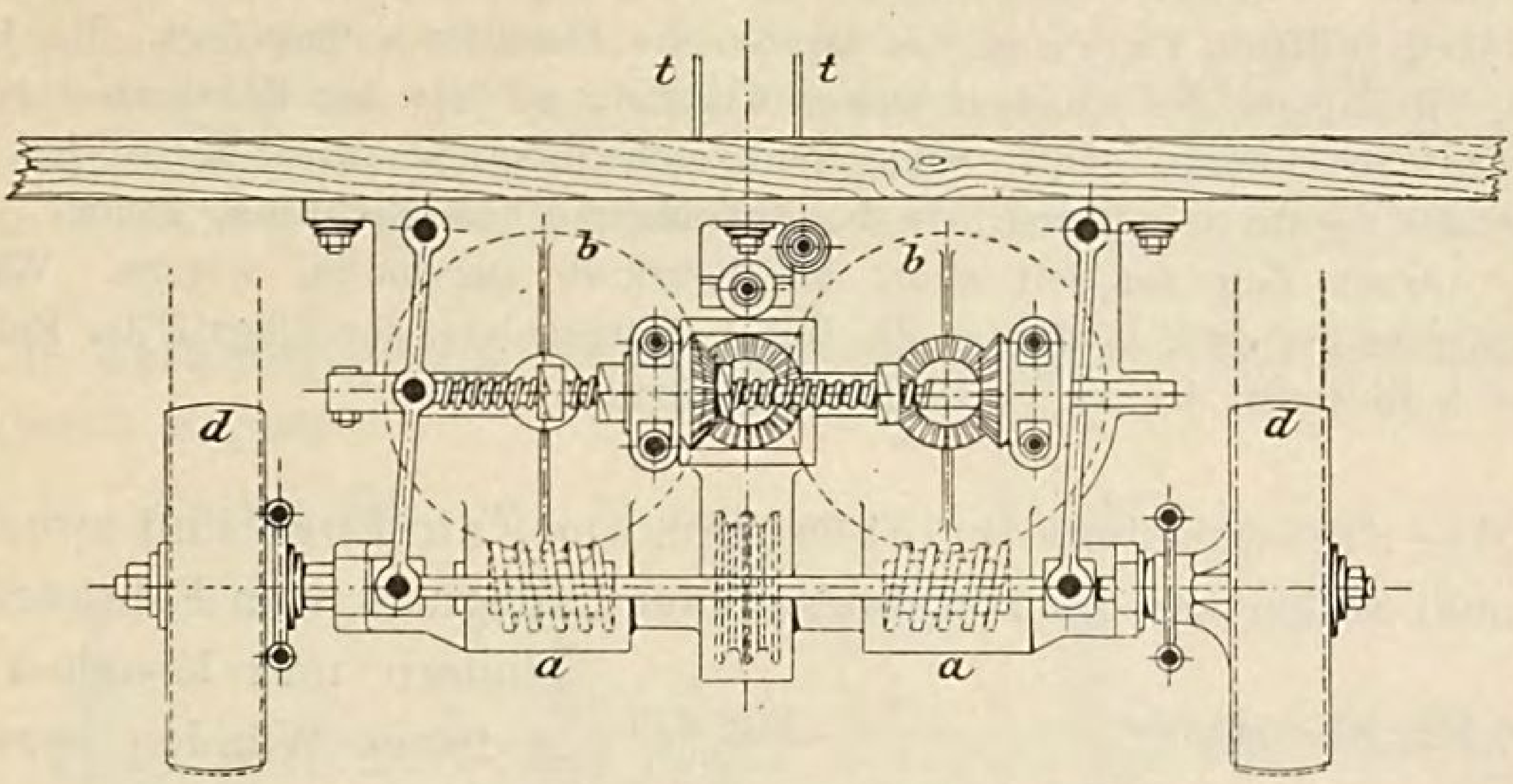
Von ganz ähnlicher Bauart sind auch die Windewerke von C. Flohr, Otis Brothers u. a.,[1]) während das von Unruh & Liebig in Leipzig-Reudnitz (Fig. 674, S. 699) dadurch abweicht, dass die Verschiebung der Riemen umgangen ist.

Die beiden, den Fahrkorb tragenden Gussstahl-Drahtseile tt wickeln sich auf die mit Schneckenrädern versehenen Seiltrommeln b. Auf der mit den beiden Schnecken aa aus dem Ganzen hergestellten Antriebwelle sitzen zwei verschiebbare Reibungskupplungen, mit deren Hilfe eine der beiden losen Riemscheiben dd mit der Welle gekuppelt werden kann, je nachdem der Fahrkorb auf- oder abwärts gehen soll. Die

[1]) s. Specht a. a. O. S. 26 u. f.

Umsteuerung erfolgt für gewöhnlich mittels der im Fahrschacht befindlichen Steuerstange, durch welche eine zwischen den Schneckenradwellen liegende Welle gedreht wird, von der aus durch Vermittlung eines Exzenters und eines Hebels die mit

Fig. 674.



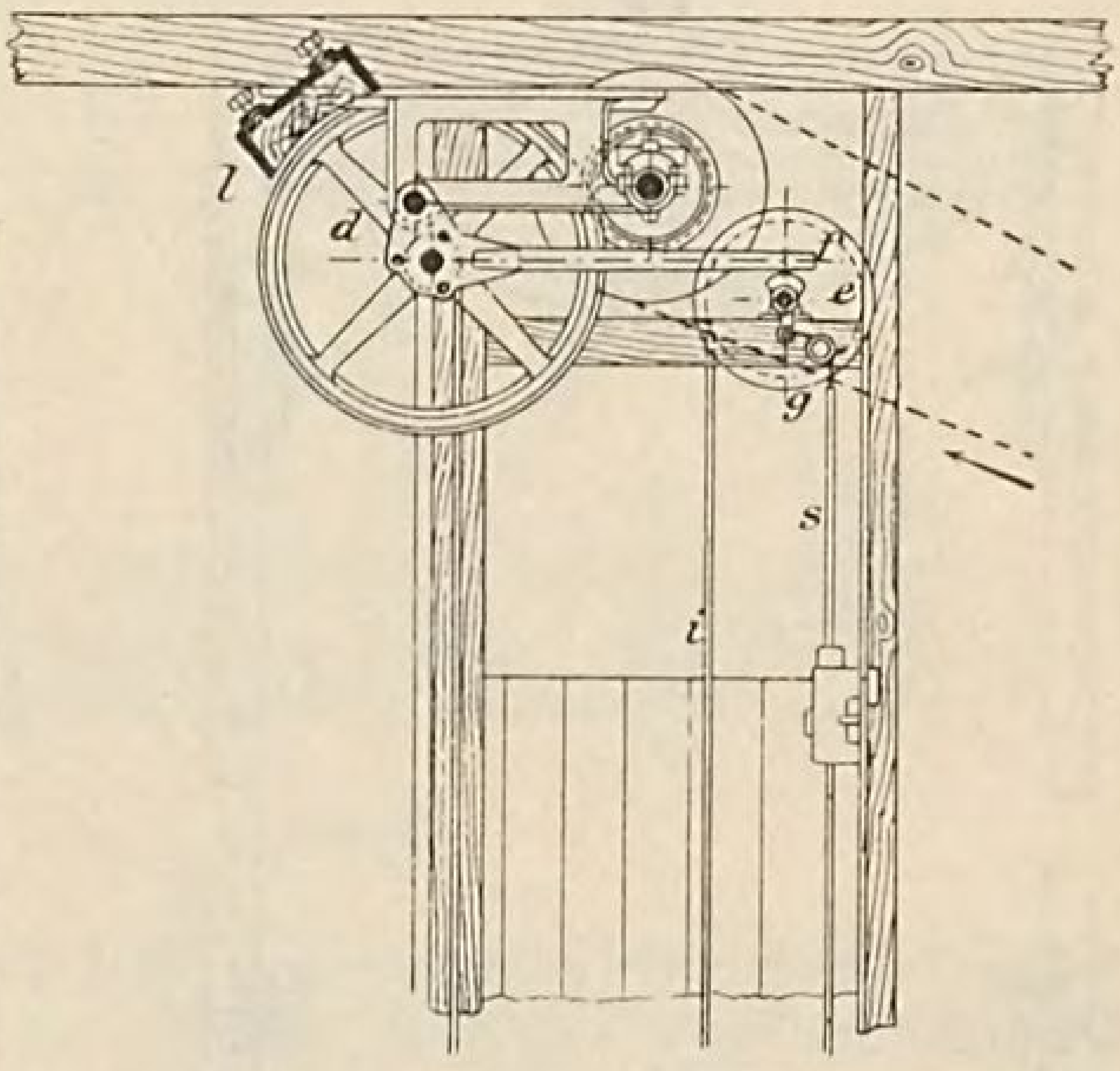
Windewerk mit Schneckenantrieb von Unruh & Liebig.

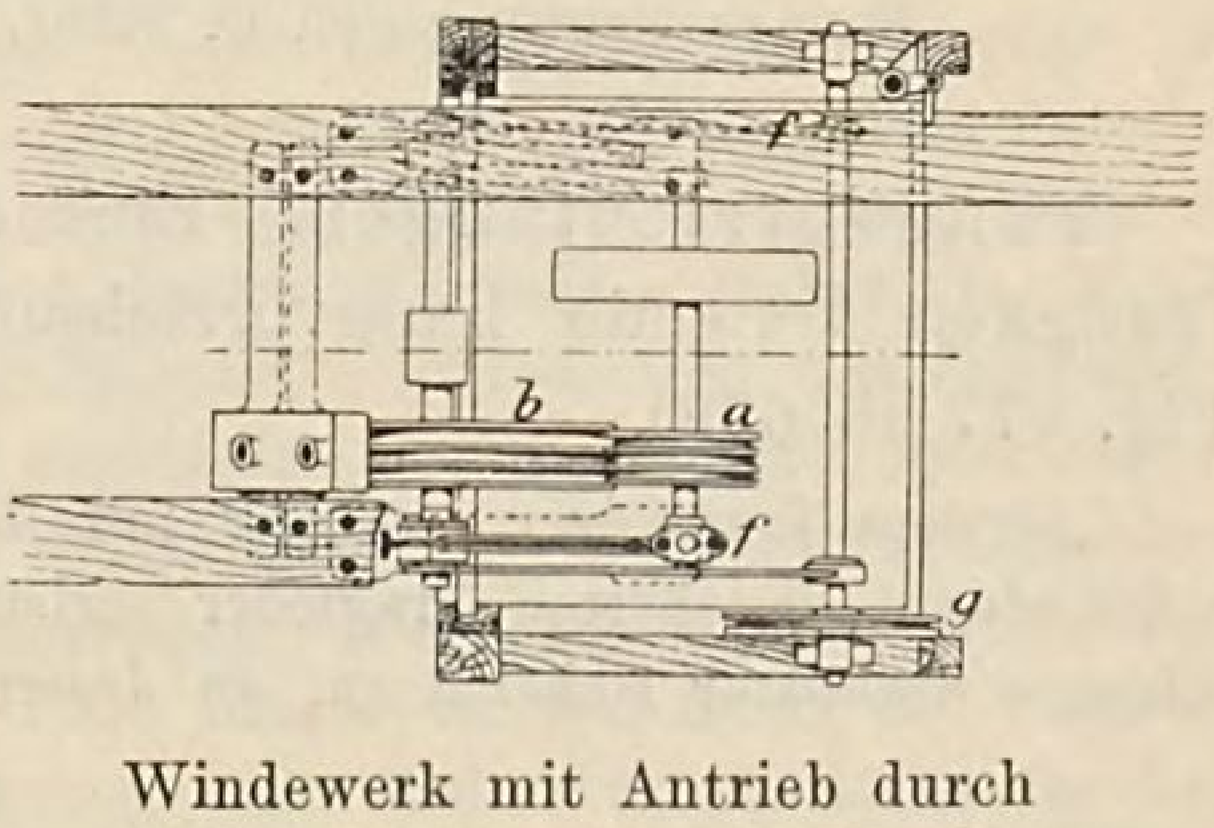
einander verbundenen Reibungskupplungen verschoben werden. — Für die selbstthätige Ausrückung in den Endstellungen des Fahrkorbes ist eine der beiden Schneckenradwellen mit einem Kegelrad versehen, durch welches der aus der Zeichnung ersichtliche, dem beim vorher besprochenen Windewerk erläuterten ganz ähnliche Mechanismus in Thätigkeit gesetzt wird.

Windewerke mit Antrieb durch Reibungsräder finden nicht selten bei Aufzügen mit geringer Belastung und sehr lebhaftem Verkehr, z. B. in Mühlen, Anwendung, sind jedoch für Personenbeförderung nicht zu empfehlen und beispielsweise in Berlin für diesen Zweck verboten.

Das Windewerk von M. Martin in Bitterfeld (Fig. 675 und 676) besteht aus den beiden Reibungsrädern a und b; die Welle des letzteren trägt die Trommel für den Traggurt des Fahrkorbes, dessen Gewicht zum Teil durch ein Gegengewicht ausgeglichen ist. Diese Welle ist in zwei, um die Bolzen d drehbaren Backen gelagert, welche mit den auf den Exzentern e aufliegenden Hebeln f versehen sind. Beide Exzenter e

Fig. 675 und 676.





Windewerk mit Antrieb durch Reibungsräder von M. Martin.

sitzen auf einer gemeinschaftlichen Welle, welche einerseits die Scheibe g zur Aufnahme des auf der Seite der Thürschlösser durch den Fahrschacht geführten Steuerseiles i, andererseits aber eine kleine Kurbel trägt, die durch ein über eine Rolle geführtes Seil mit der auf der Seite der Thürbänder liegenden Verschlussstange s in Verbindung steht.[1]) — In der Zeichnung ist das Vorgelege eingerückt dargestellt; wird an dem linken Seiltrum i gezogen, so werden die Exzenter e umgelegt, die Hebel f sinken, die Reibungsräder kommen ausser Eingriff, so dass der Fahrkorb durch sein eigenes Gewicht abwärts geht. Seine Senkgeschwindigkeit wird durch den festen Bremsbacken l reguliert, mit welchem das Reibungsrad b in Berührung kommt. Durch genügend starken Zug am Seil kann der Fahrkorb angehalten werden. Wird am rechten Seiltrum gezogen, so werden die Hebel f angehoben, der Eingriff der Reibungsräder wird hergestellt, der Fahrkorb geht aufwärts.

b. Die Sicherheitsvorrichtungen am Fahrkorb sind zweifacher Art; einmal sollen sie das Herabfallen des Ladegutes vom Fahrkorb verhindern und bestehen dann in festen Wänden bezw. beweglichen Thüren, massiv oder in Drahtgeflecht hergestellt; das andere Mal sollen sie das Abstürzen des Fahrkorbes beim Bruch der Tragseile oder des Windewerks verhindern. Man kann nun den vom Seil oder Windewerk getrennten Fahrkorb entweder an der Stelle des Fahrschachtes, an der er sich beim Seilbruch gerade befindet, festhalten, oder ihn mit ungefährlicher Geschwindigkeit abwärts gehen lassen und unterscheidet hiernach Fangvorrichtungen und Geschwindigkeitsbremsen.

Fig. 677 und 678.

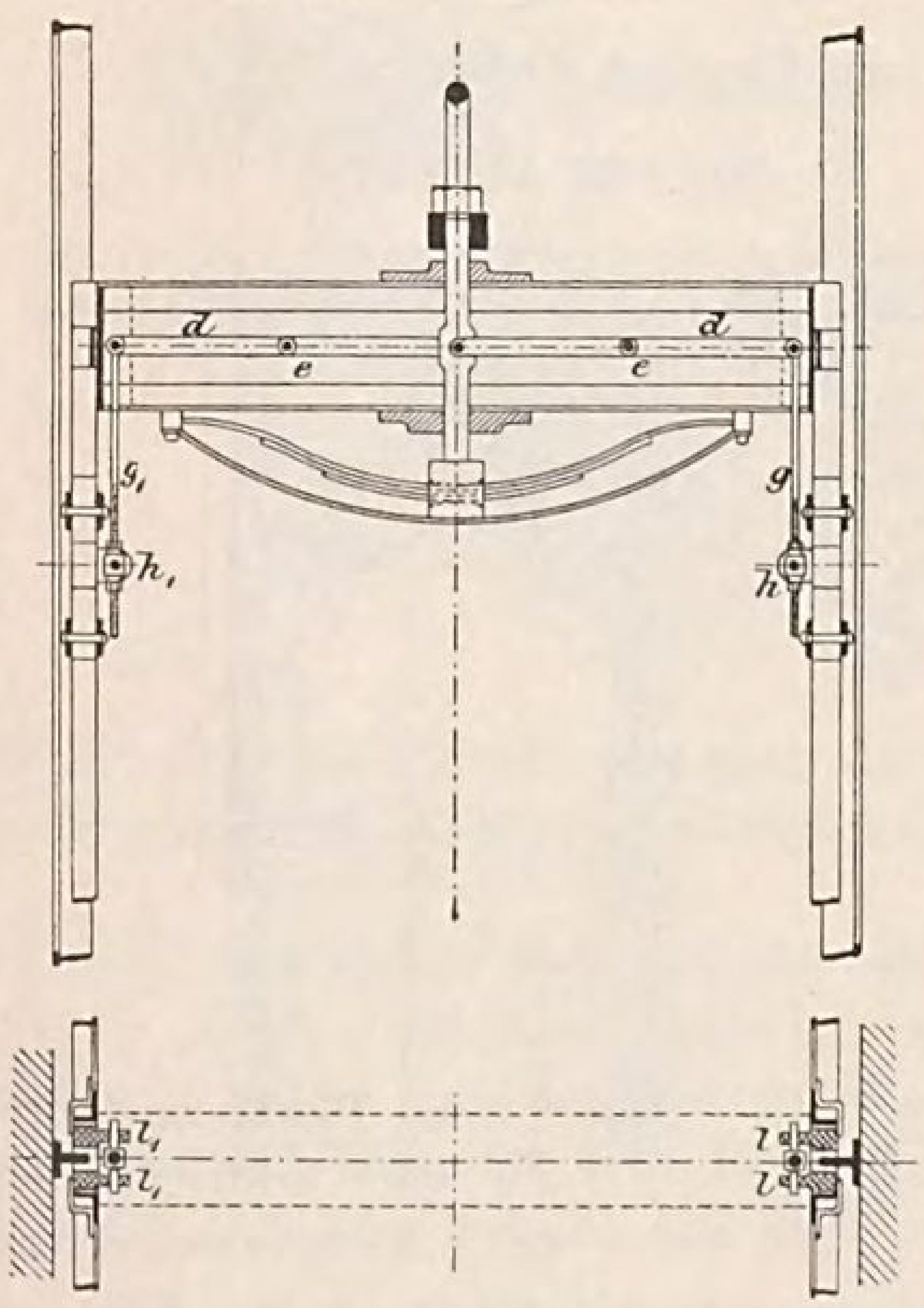
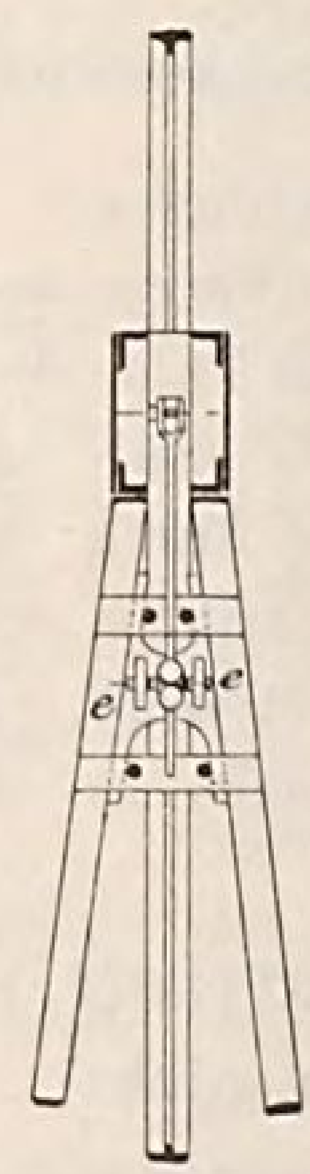


Fig. 679.



Fangvorrichtung von C. Flohr.

Fangvorrichtungen. Eine durch die Wirkung von Federn in Thätigkeit tretende Fangvorrichtung ist die von C. Flohr in Berlin (Fig. 677 bis 679).

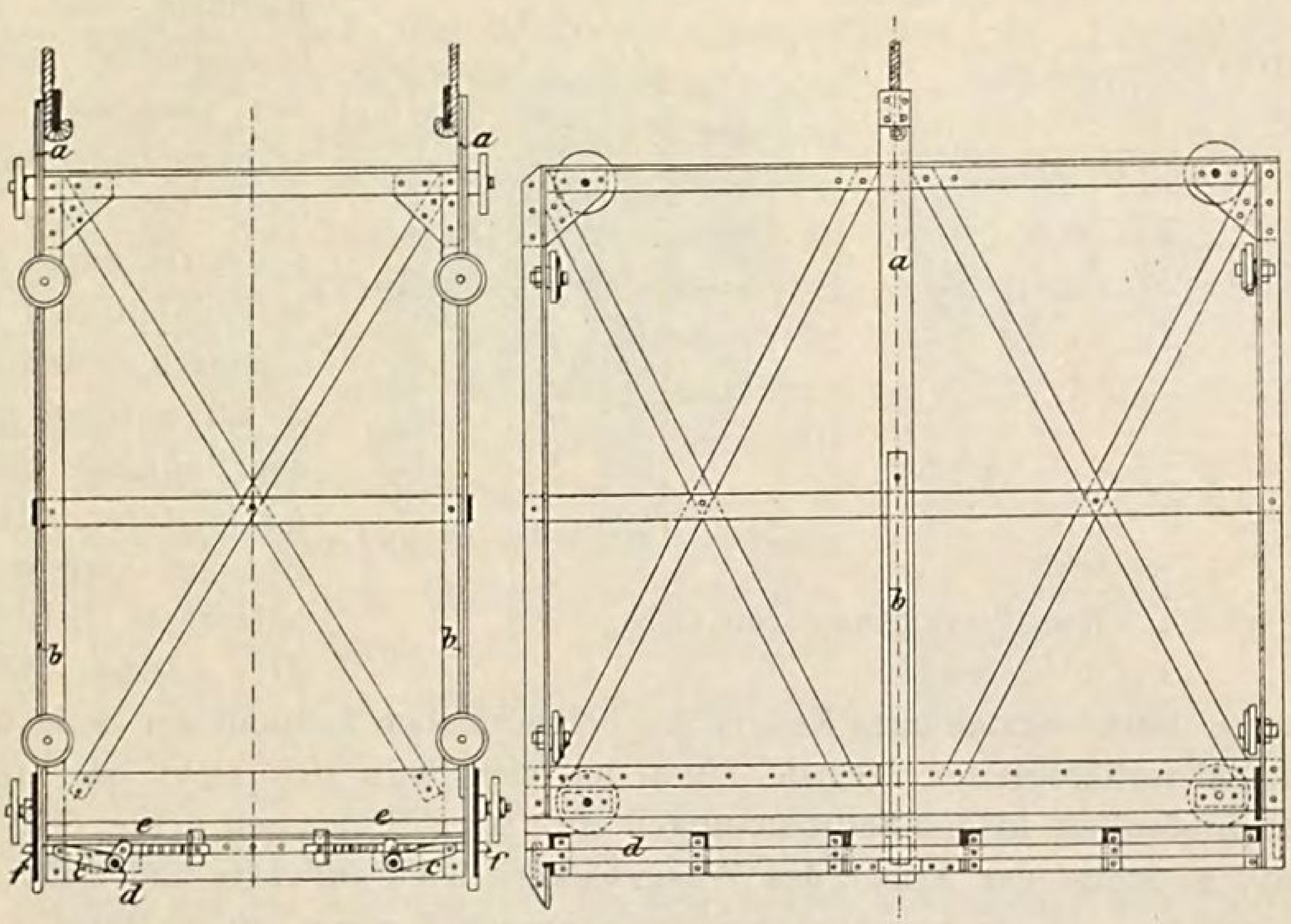
An dem Tragbolzen, welcher mit der durch ein Schutzblech vor Berührung mit dem Ladegut gesicherten Tragfeder verbunden ist, greift auf jeder Seite ein um den Bolzen e drehbarer Hebel d an, an dessen äusserem Arm eine mit Gewinde versehene

[1]) Über den Thürverschluss siehe S. 706.

Zugstange g hängt. Auf diesem Gewinde ist ein Kloben h mittels Doppelmuttern verstellbar, der auf seinen seitlichen Zapfen (Fig. 678) zwei mit den Ansätzen l versehene Keilstücke trägt. Diese legen sich mit ihrer geneigten Fläche gegen die gleichgerichteten Winkeleisenschienen e des Fahrkorbes (Fig. 679), während ihre senkrechten gezahnten Flächen der T-förmigen Führungsschiene zugekehrt sind, dieselben bei gespanntem Tragseil nicht berührend. Sobald das Tragseil reisst, werden durch die Tragfeder die Stangen g und mit ihnen die Keile angehoben, die sich hierbei der Führungsschiene nähern und schliesslich so fest an dieselbe anpressen, dass der Fahrkorb festgehalten wird. Der Anpressungsdruck wird durch das Gewicht des Fahrkorbes vergrössert.

Die Fangvorrichtung von L. Hopmann in Köln a. Rh. wirkt ebenfalls durch Federn.

Fig. 680. Fig. 681.



Fangvorrichtung von L. Hopmann.

Fig. 680 und 681 zeigen einen Fahrkorb von 1,3 $\times$ 2,2 m Plattformgrösse; derselbe führt sich mit acht Rollen an vier U-Eisen, in denen vier kräftige, dem Fahrkorb zugekehrte Sperrzahnstangen befestigt sind. Er ist mittels zweier vertikal verschiebbarer Hängeeisen a, welche mit einem Ansatz unter das untere Rahmenstück der Plattform fassen (Fig. 680), an zwei Ketten oder Drahtseilen befestigt. Mit jedem der Hängeeisen a ist eine Schiene b lösbar verbunden, die an einem unter der Plattform liegenden Hebel c angreift, dessen Welle d sich über die ganze Plattformbreite erstreckt und ausserhalb des Rahmens derselben die kurzen senkrechten Hebel e trägt, welche in die durch starke Spiralfedern belasteten horizontalen, den Zahnstangen gegenüberliegende Riegel f eingreift. Bei gespannten Seilen ruht die Plattform auf den Haken der Hängeeisen a; die Riegel f werden durch die Hebel unter Einwirkung der Schienen b von den Zahnstangen zurückgezogen; reisst jedoch eines der Seile, so fällt die betreffende Schiene a mit b herab, die Riegel werden durch die Federn in die Zahnstangen gedrückt. — Diese Vorrichtung kann auch zum Abstützen des Fahrkorbes während des Be- oder Entladens benutzt werden, indem man die Verbindung

einer oder beider Schienen b mit ihrem Hängeeisen a löst. In gleicher Weise kann man sich ohne weitere Umstände jederzeit von der sicheren Wirksamkeit der Vorrichtung überzeugen, ein Vorteil, den keine andere Fangvorrichtung bietet.[1])

Fangvorrichtungen, welche durch die ungleiche Spannung der Tragseile in Thätigkeit treten, sind natürlich nur bei Aufhängung des Fahrkorbes an zwei oder mehreren Seilen anwendbar. Die erste derartige Fangvorrichtung von Otis in New-York wird durch Fig. 682 und 683 veranschaulicht.

Der eigentliche Fahrkorb steht in einem rechteckigen, schmiedeeisernen oder hölzernen, an vier Drahtseilen hängenden Rahmen. Die Seile sind paarweise von der Mitte des oberen Querstückes nach den beiden Seitenstielen des Rahmens und an diesen herabgeführt und an den mit passenden Ösen versehenen Zugstangen a (Fig. 683) befestigt. Letztere gehen frei durch den waagebalkenähnlichen Hebel b d c hindurch, dessen Drehpunkt d am unteren Querbalken des Rahmens befestigt ist. An letzterem sitzen die aus Rotguss hergestellten, die hölzernen Leitbäume von drei Seiten umfassenden Führungen, deren verstellbares Keilstück e bei normalem Zustand der Seile frei an den Leitbäumen vorübergleitet. Sobald eines der vier Seile sich reckt oder reisst, tritt eine Verschiedenheit in den Seilspannungen ein. Ist z. B. das Seil 1 (Fig. 683) schwächer gespannt, so steigt der Arm c des Waagebalkens b d c aufwärts und trifft mit der in einem seitlichen Ansatz angebrachten Stellschraube f gegen einen Hebel $g g_1$, dessen Arm g sich dann unter den Keil e legt und denselben anhebt, wodurch die untere Führung gegen den Leitbaum gepresst wird. Da die Welle i des Hebels $g g_1$ sich bis zur anderen Seite des Fahrkorbes erstreckt, wo der gleiche Mechanismus vorhanden ist, wird auch hier der Keil angezogen, und der Fahrstuhl gelangt zum Stillstand. Derselbe Erfolg tritt ein, sobald sich das Seil 2 reckt; dann senkt sich der Waagebalken auf dieser Seite, die an seiner Verlängerung angebrachte Stellschraube h drückt den Arm g_1 des Hebels $g g_1$ nieder, und Arm g schiebt wiederum den Keil e nach oben. Durch diese Vorrichtung kann man die Beschaffenheit der Seile während des Betriebes beurteilen, denn ein häufiges Festklemmen des Fahrkorbes zeigt, dass ein oder mehrere Seile schadhaft sind und ausgewechselt werden müssen. — Hat ein Festklemmen des Fahrkorbes stattgefunden, so hat man nur nötig, ihn bis zum nächsthöheren Stockwerk aufsteigen zu lassen, um den Fehler zu beseitigen. Dies kann ohne Gefahr geschehen, da jedes Seil für sich die grösste zulässige Last mit vier- bis fünffacher Sicherheit tragen kann.

Fig. 682.

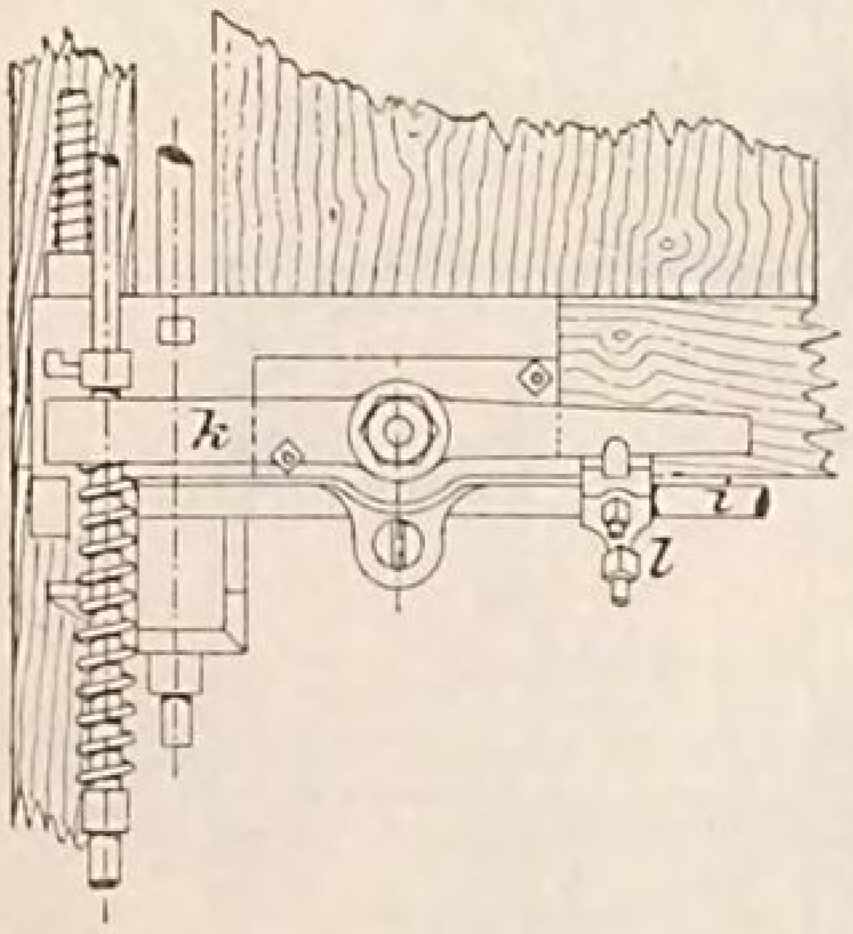
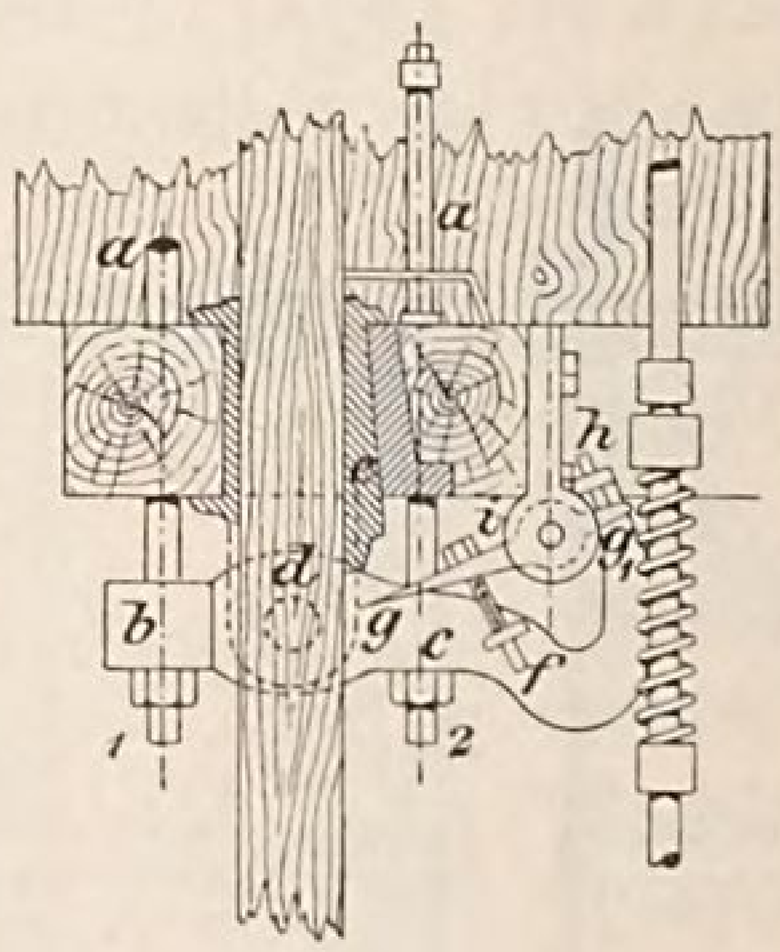


Fig. 683.



Fangvorrichtung von Otis.

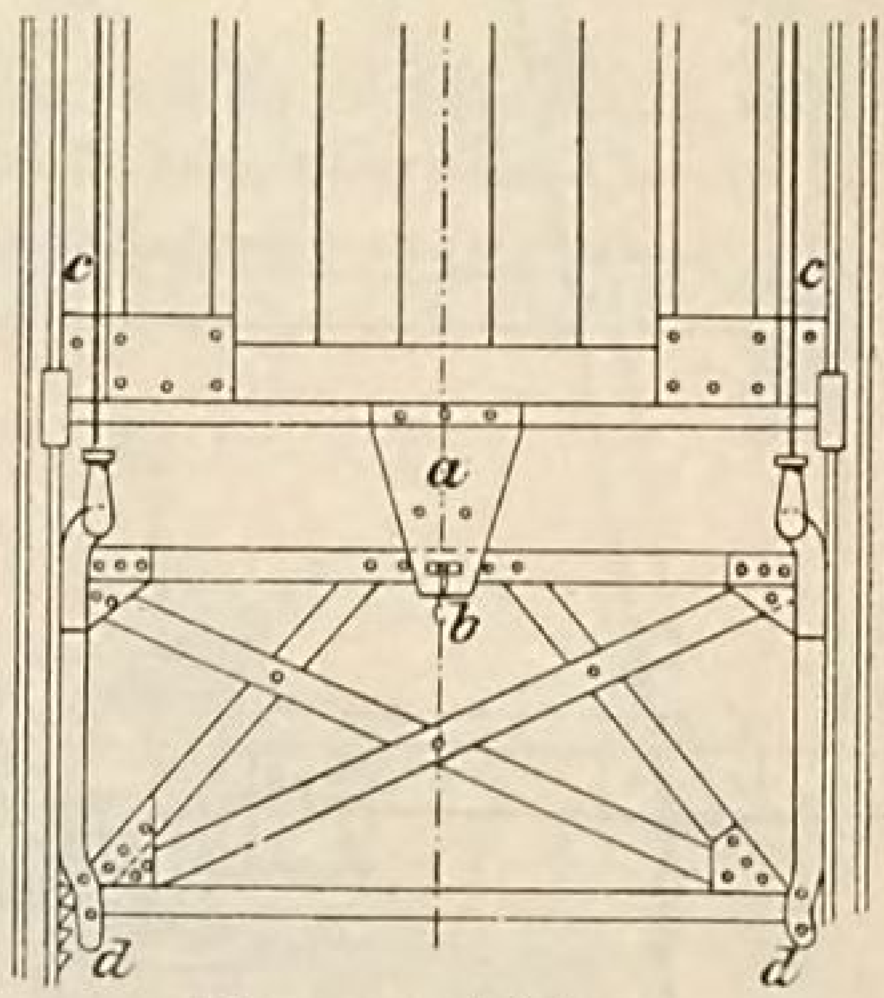
[1]) Andere Fangvorrichtungen mit Federwirkung siehe Specht a. a. O. S. 64 u. f.

Otis' Fangvorrichtung dient ausserdem dazu, bei Überschreitung der zulässigen Niedergangsgeschwindigkeit, welche durch Überlastung oder zu weite Öffnung der Steuerung hydraulischer Aufzüge eintreten könnte, den Fahrkorb festzuhalten. Zu diesem Zweck befindet sich über dem Fahrschacht ein Zentrifugalregulator, der durch ein schwaches endloses Drahtseil vom Fahrkorb aus betrieben wird und dessen Stellzeug bei Erreichung der grössten Fahrgeschwindigkeit eine, jenes Seil umfassende Klemme schliesst. Hierdurch wird dieses Seil gegen den Fahrkorb zurückgehalten und hebt den Arm k eines Doppelhebels (Fig. 682) an, dessen anderer Arm dann einen auf der Welle i sitzenden Hebel l abwärts drückt, so dass die Hebel g den Keil e anziehen und den Fahrkorb feststellen.[1])

Unruh & Liebig in Leipzig-Reudnitz benutzen die in Fig. 684 gezeichnete sehr einfache Fangvorrichtung.

Der Fahrkorb ruht mit der in seiner Mitte befestigten Stütze a auf dem oberen Querbalken eines aus Flach- und Winkeleisen hergestellten, als „Fangbühne" bezeichneten Rahmens und ist mit demselben durch den Bolzen b scharnierartig verbunden. Diese Fangbühne hängt an zwei Drahtseilen cc und bewegt sich bei gleicher Spannung derselben frei zwischen zwei an den inneren Seiten der Führungsschienen befestigten gusseisernen Sperrzahnstangen. Sobald eines der Seile reisst oder sich reckt, muss sich die Fangbühne schräg stellen und greift dann auf einer Seite mit den an ihrem Unterrahmen angebrachten Klauen d in eine der Zahnstangen. Der Fahrkorb kommt hierdurch zum Stillstand, bleibt aber infolge der Scharnierverbindung bei b und durch seine acht Leitrollen in genau senkrechter Lage gehalten, so dass den etwaigen Insassen keinerlei Unbehagen erwächst. — In ähnlicher Weise, wie dies bei der Otis'schen Fangvorrichtung beschrieben ist, kann auch die vorliegende benutzt werden, um bei übermässiger Niedergangsgeschwindigkeit den Fahrkorb zum Stilland zu bringen.

Fig. 684.



Fangvorrichtung von Unruh & Liebig.

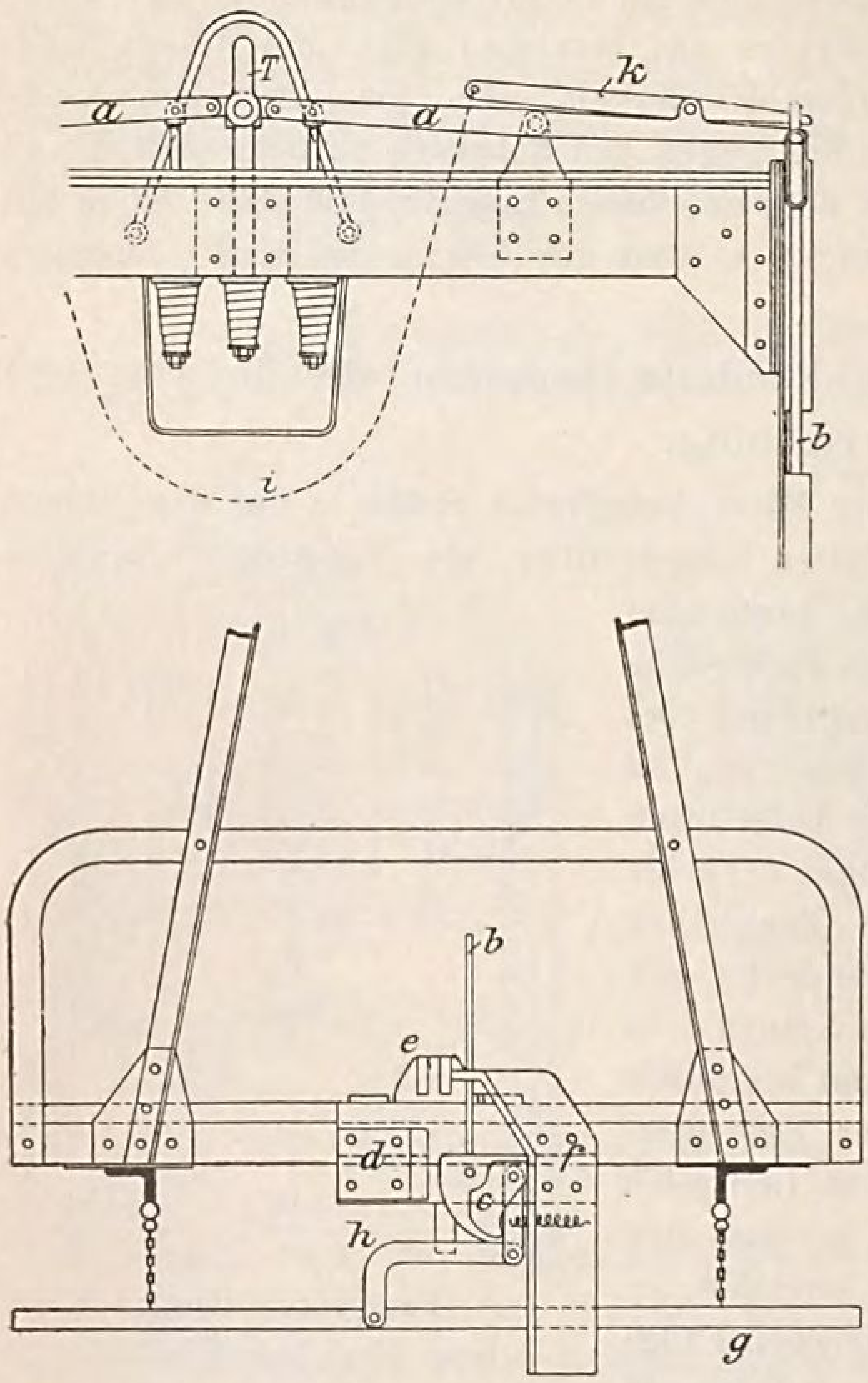
Bei einer dritten Art von Fangvorrichtungen wird die Fangwirkung durch einen Hilfsteil eingeleitet, der, mit dem Fahrstuhl verbunden, im Augenblicke des Seilbruches eine Verminderung seiner Geschwindigkeit erfährt. Hierher gehört die von Schmidt, Kranz & Co. in Nordhausen nach dem Patent Rossbach ausgeführte Vorrichtung. Fig. 685 (S. 704) zeigt die Vorderansicht des halben oberen Querhauptes, Fig. 686 (S. 704) die Seitenansicht vom Unterteil des Fahrkorbes.

Derselbe hängt an dem Tragbolzen T (Fig. 685), an welchen die beiden Doppelhebel a angreifen, die an ihrem äusseren Arm je eine mit langem Auge versehene, sogenannte Fangstange b tragen. Am unteren Ende einer jeden derselben hängt ein quadrantförmiger Backen c (Fig. 686), der bei normaler Seilspannung an der zwischen

[1]) Ähnliche Fangvorrichtungen haben auch C. Flohr in Berlin und Schmidt, Kranz & Co. in Nordhausen (Patent Kruse) ausgeführt.

Gleitbacken d und e befindlichen Führungsschiene frei vorübergeht und sich mit seiner Rückenfläche gegen den Winkel f legt. Reisst das Seil, so ziehen die Hebel a die Fangstangen b aufwärts, der Fangbacken c wird etwas gedreht und legt sich mit seiner gebogenen Fläche gegen die Führungsschiene; er erfährt hierdurch eine Verminderung seiner Fallgeschwindigkeit, so dass sich der schneller fallende Fahrkorb mit dem Winkel f auf die obere, jetzt geneigt stehende Fläche des Fangbackens auflegt, der nun mit Hilfe des Führungsbackens d den Fahrkorb alsbald festhält. Die Fangwirkung ist unabhängig von der Spannung der Tragfeder, die nur die Verzögerung des Fangbackens einzuleiten hat. — Eine sehr wertvolle Einrichtung ist ferner der mittels vier kurzer Ketten am Unterrahmen des Fahrkorbes befestigte „Notboden“ g, der durch eine Schienenverbindung h so mit beiden Fangbacken verbunden ist, dass diese bei der geringsten Hebung des Notbodens, gleichgiltig, an welcher Stelle dieselbe erfolgt, sofort die Fangwirkung einleiten. Es werden hierdurch alle Unfälle verhütet, die bei abwärts gehendem Fahrkorb durch Hineinstrecken eines Körperteils in den Schacht herbeigeführt werden können. Die Fangvorrichtung kann auch jederzeit mittels der Handkette i und der kleinen Hebel k vom Fahrkorb aus in Thätigkeit gesetzt werden.

Fig. 685 und 686.



Fangvorrichtung von Schmidt, Kranz & Co.

Die Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft benutzt bei ihren neueren Aufzügen zwei Fangvorrichtungen; eine derselben wird durch die ungleiche Spannung der Lastseile, die andere durch eine Geschwindigkeitsbremse in Thätigkeit gesetzt.

Der Fahrkorb hängt mittels des aus zwei Flachschienen gebildeten Balanciers aa (Fig. 687 bis 689, S. 705) an den beiden Drahtseilen bb. Auf die Welle c sind zunächst die auf den Balancier sich auflegenden Hebel h, sowie die Hebel d aufgekeilt, welche durch die seitlich am Fahrkorb abwärts gehenden Stangen e mit den unter der Plattform auf einer durchgehenden Welle befestigten doppelarmigen Hebeln f verbunden sind. Sobald eines der Tragseile sich reckt oder reisst, wird der entgegengesetzte Arm von a aufsteigen, durch die angegebene Verbindung wird der im unteren Führungsstück des Fahrkorbes angebrachte Fangkeil g angehoben, der sich mit seiner gezahnten Fläche gegen den hölzernen Leitbaum legt und den Fahrkorb alsbald zum Stillstand bringt.

Die zweite Fangvorrichtung tritt beim Überschreiten der normalen Fahr-

geschwindigkeit in Thätigkeit. Auf der über dem Fahrkorb gelagerten Welle k (Fig. 687 u. 689) sitzen fest die beiden seitlichen Hebel l, welche durch die Stangen m und unteren Hebel n auf den zweiten Fangkeil o wirken können. Das vom Fahrkorb betriebene endlose Seil r ist über eine Rolle im höchsten Punkte des Fahrschachtes gelegt und mit dem auf der Welle k sitzenden Hebel i verbunden. Auf der Achse jener Rolle sitzt ein Stirnrad, welches ein Trieb bethätigt, dessen Welle eine Becker'-sche Geschwindigkeitsbremse trägt, die bei Überschreitung der normalen Fahrgeschwindigkeit in Thätigkeit tritt. Hierdurch wird aber die Umdrehungszahl ihres Getriebes, mithin auch die der Seilscheibe verringert; das Seil r bleibt gegen den Fahrkorb zurück und setzt den Fangkeil o in Thätigkeit.

Fig. 687.

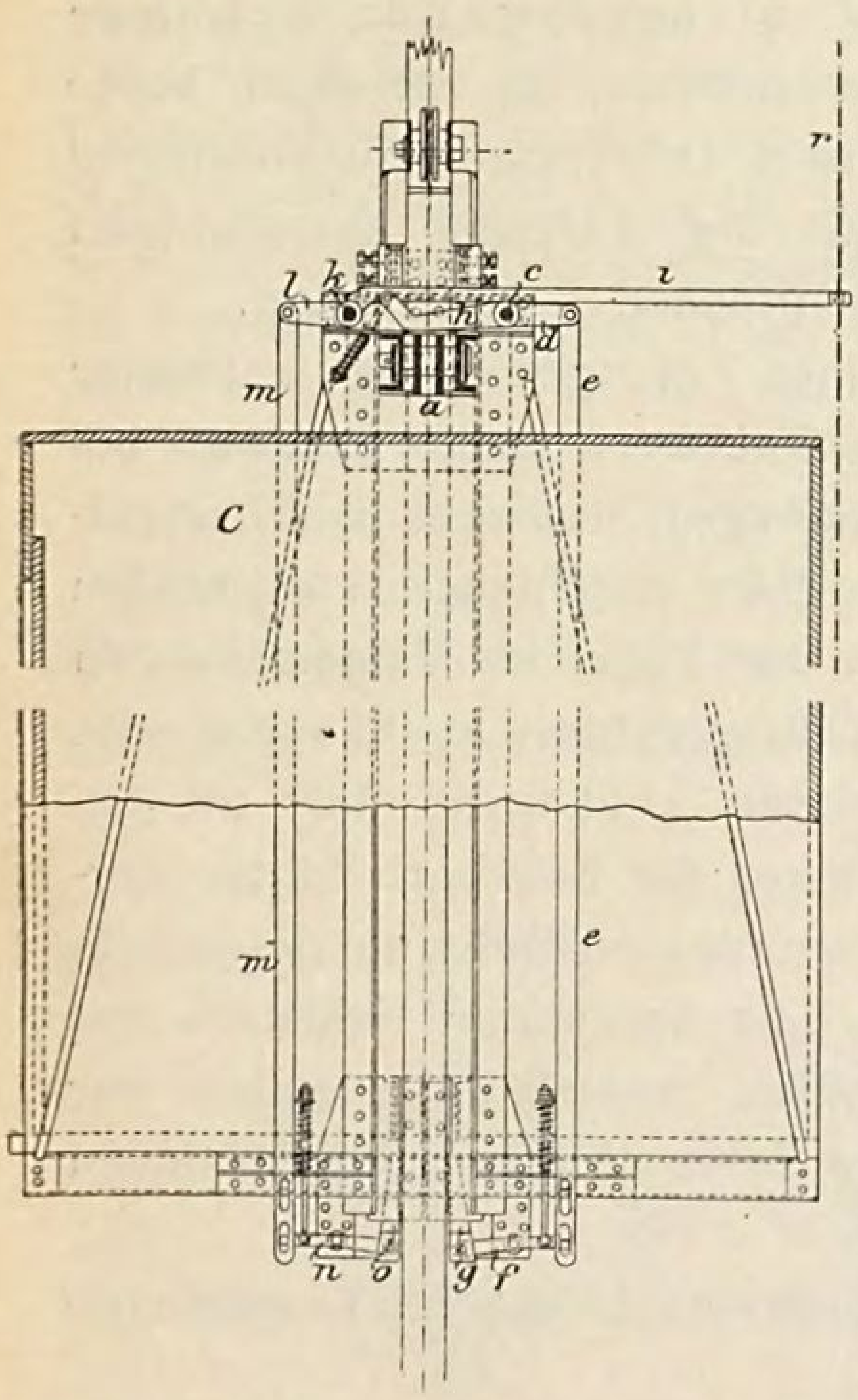
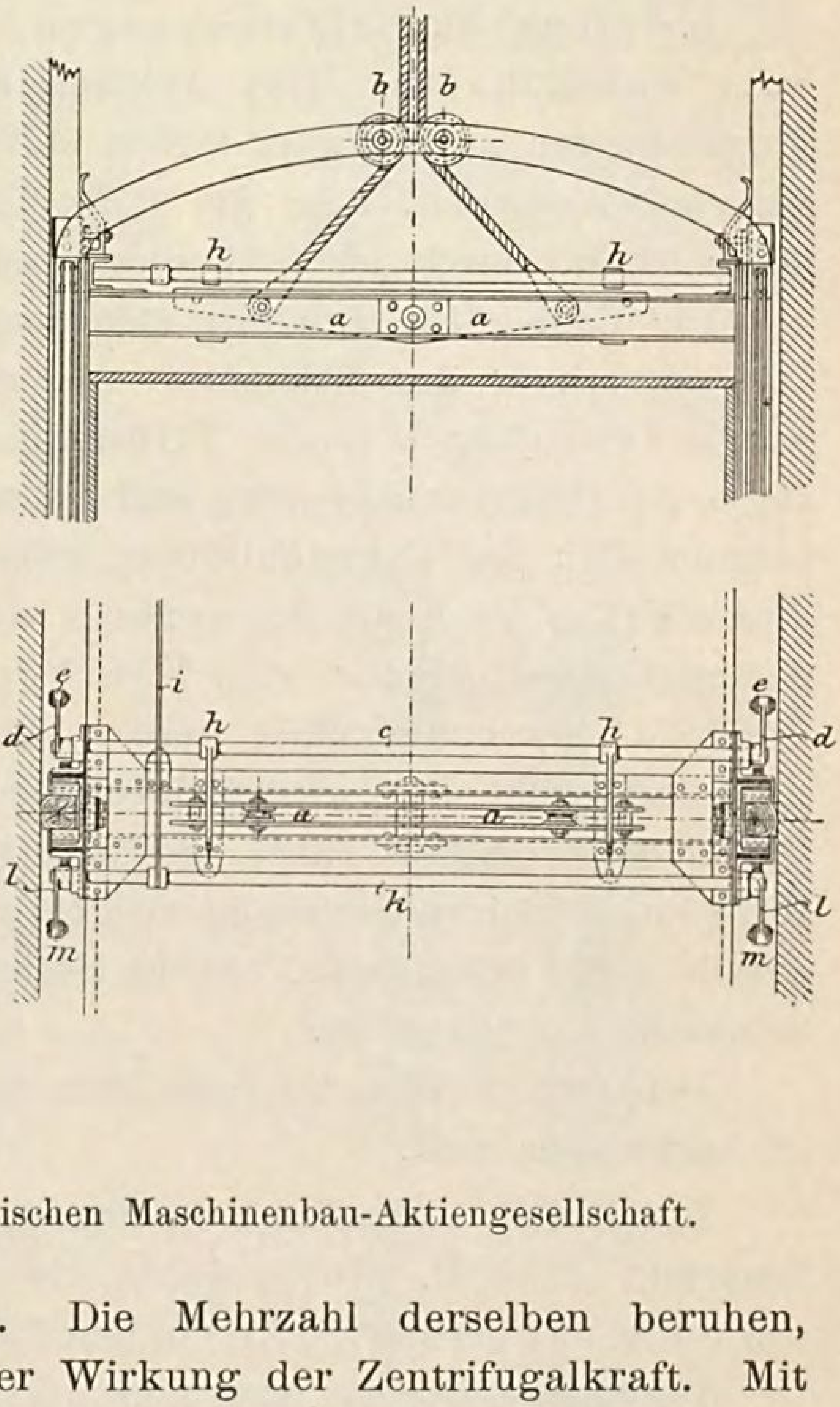


Fig. 688 und 689.



Fangvorrichtung der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

Geschwindigkeitsbremsen. Die Mehrzahl derselben beruhen, wie bereits gezeigt wurde, auf der Wirkung der Zentrifugalkraft. Mit Hilfe der Bremse wird der Fahrkorb mittelbar oder unmittelbar beeinflusst; ein Beispiel der ersteren Art bietet die soeben besprochene Fangvorrichtung der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

Durch die unmittelbare Einwirkung der Bremse auf den Fahrkorb wird dieser am freien Abstürzen gehindert, um mit ungefährlicher, gleichbleibender Geschwindigkeit abwärts zu gehen. In dieser Weise wendet Becker seine Zentrifugalbremse an. Die Bremstrommel ist am Fahr-

korbgestell befestigt; ihre Bremsklötze werden dadurch in Umdrehung versetzt, dass sich ein auf der Achse ihrer Scheibe sitzender Trieb auf einer Zahnstange abrollt, die z. B. an einer der Führungen des Fahrkorbes befestigt ist. Sowohl bei der Auffahrt als auch bei normaler Niederfahrt treten die Bremsklötze nicht in Thätigkeit.

Bei der hydraulischen Bremse von M. Martin in Bitterfeld wird der Widerstand einer durch eine regulierbare Öffnung gedrängten Flüssigkeit zur Regelung der Umdrehungszahlen, beispielsweise einer Vorgelegewelle des Windewerkes, benutzt.[1])

c. Steuerungseinrichtungen und Sicherung der Zugänge zum Fahrschacht. Das Abhängigkeitsverhältnis, in welchem beide Vorrichtungen zu einander stehen sollen, ist S. 691 festgestellt und dabei angedeutet worden, dass die Bedienungsart des Aufzuges entscheidend dafür ist, inwieweit jenen Bedingungen entsprochen werden kann.

Die Bedienung, d. h. die Steuerung eines Aufzuges erfolgt entweder von ausserhalb des Schachtes oder vom Fahrkorb aus. Ersteres bei reinen Lastaufzügen (meist Transmissionsaufzüge), letzteres bei Lastaufzügen mit Personenbegleitung und bei reinen Personenaufzügen; bei beiden befindet sich der Fahrstuhlführer während der Fahrt im Fahrkorbe. In diesen Fällen kann die Steuerung vom Thürverschluss unabhängig sein, dagegen muss dieser vom Fahrkorb derart abhängen, dass die betreffende Thür nur geöffnet werden kann, wenn der Fahrkorb hinter derselben still steht. Dies wird dadurch erreicht, dass die Thüren mit doppeltem Verschluss versehen sind, der eine kann nur durch den Fahrkorb mit Hilfe einer kleinen Gleitbahn ausgelöst werden, während der andere nur mittels eines besonderen, nur im Besitz des Fahrstuhlführers befindlichen Schlüssels zu öffnen ist.

Demnach werden im folgenden nur Thürverschlüsse für Lastaufzüge zu besprechen sein.

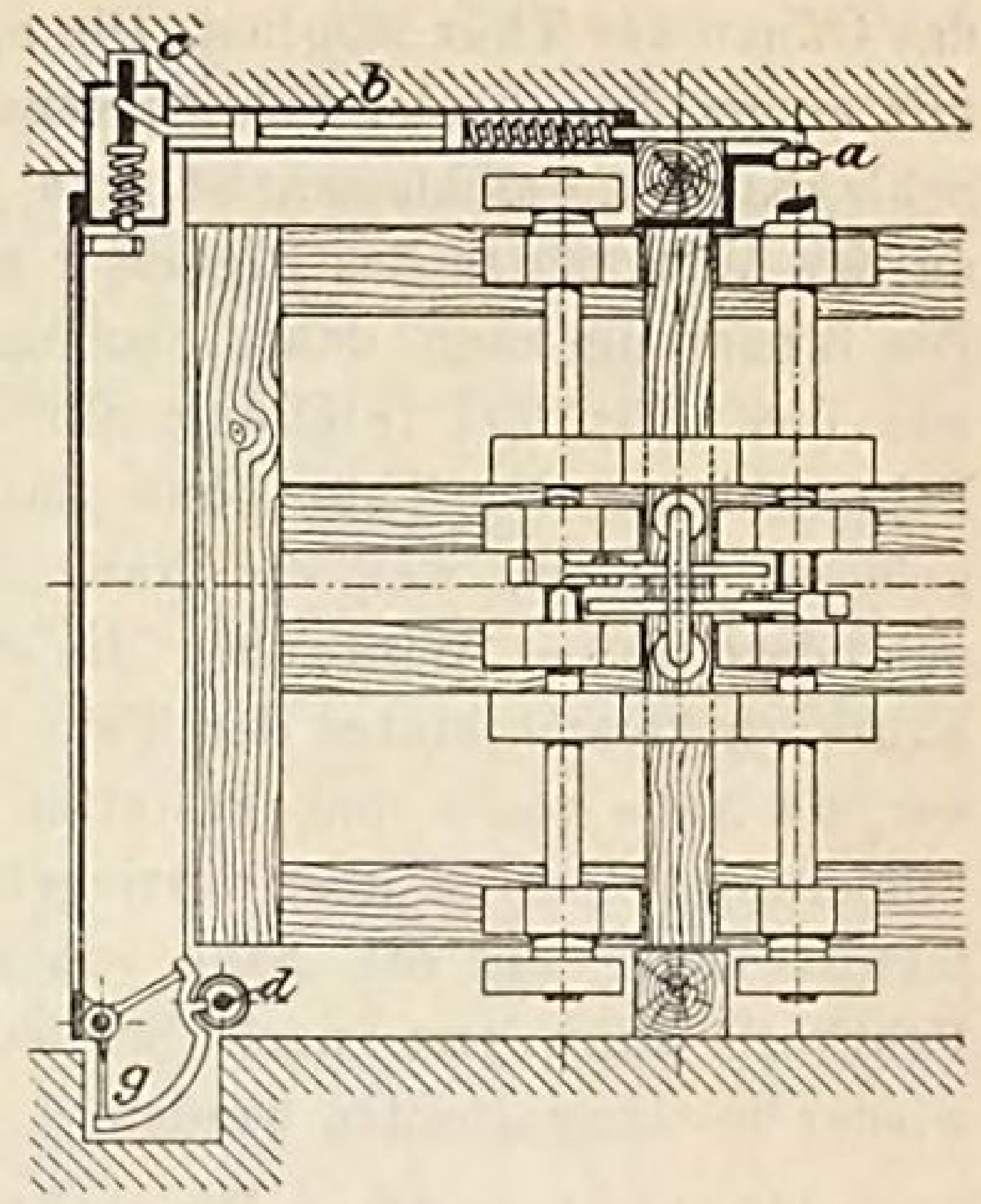
Die S. 691 aufgestellte Bedingung wurde zuerst von M. Martin in Bitterfeld (D. R.-P. 30615) durch die in Fig. 690 (S. 707) im Grundriss, sowie Fig. 691 bis 693 (S. 707) in den Details dargestellte Anordnung erfüllt.

Der Thürriegel c (Fig. 690) kann nur mittels des Riegels b und einer auf die Kopfrolle a desselben wirkenden Gleitbahn des Fahrkorbes ausgelöst werden und wird für gewöhnlich durch Federn in seiner Verschlussstellung gehalten. — Die durch den Fahrschacht geführte Steuerstange d ist in jedem Stockwerk mit einem Verstärkungszylinder e versehen, der zwecks sicherer Führung in einer an den Schachtwänden befestigten Hülse gleitet (Fig. 692). Zylinder e und seine Führung haben in der Mitte einen

[1]) S. Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I S. 324.

horizontalen Ausschnitt, in welchem der auf der Thürachse f (die an der Drehung der Thür teilnimmt) aufgekeilte Sektor g bei Mittelstellung der Steuerstange eintritt. Diese muss aber bei geschlossener Thür vertikal frei beweglich sein, und ist daher g mit einem Zahn versehen, der bei dieser Thürstellung in eine senkrechte Nut des Verstärkungszylinders tritt (Fig. 693). Trotzdem hierbei der Sektor g frei im horizontalen Ausschnitt von e beweglich ist, kann die Thür nicht geöffnet werden, wenn nicht der Fahrkorb gleichzeitig hinter ihr still stehend, den Riegel c ausgelöst hat. Ist dies erfolgt und die Thür geöffnet, so kann aber die Steuerstange nicht mehr verstellt werden, weil g mit seinem vollen Umfang in den Ausschnitt von e getreten ist (Fig. 691). Ist die Steuerstange entweder für Auf- oder Niederfahrt eingestellt, so kann, selbst wenn der an einer Thür vorübergehende Fahrkorb die Verriegelung c auslöst, diese Thür nicht geöffnet werden, weil der Zahn von g in der Nut von e stehend, die Drehung der Thür hindert.

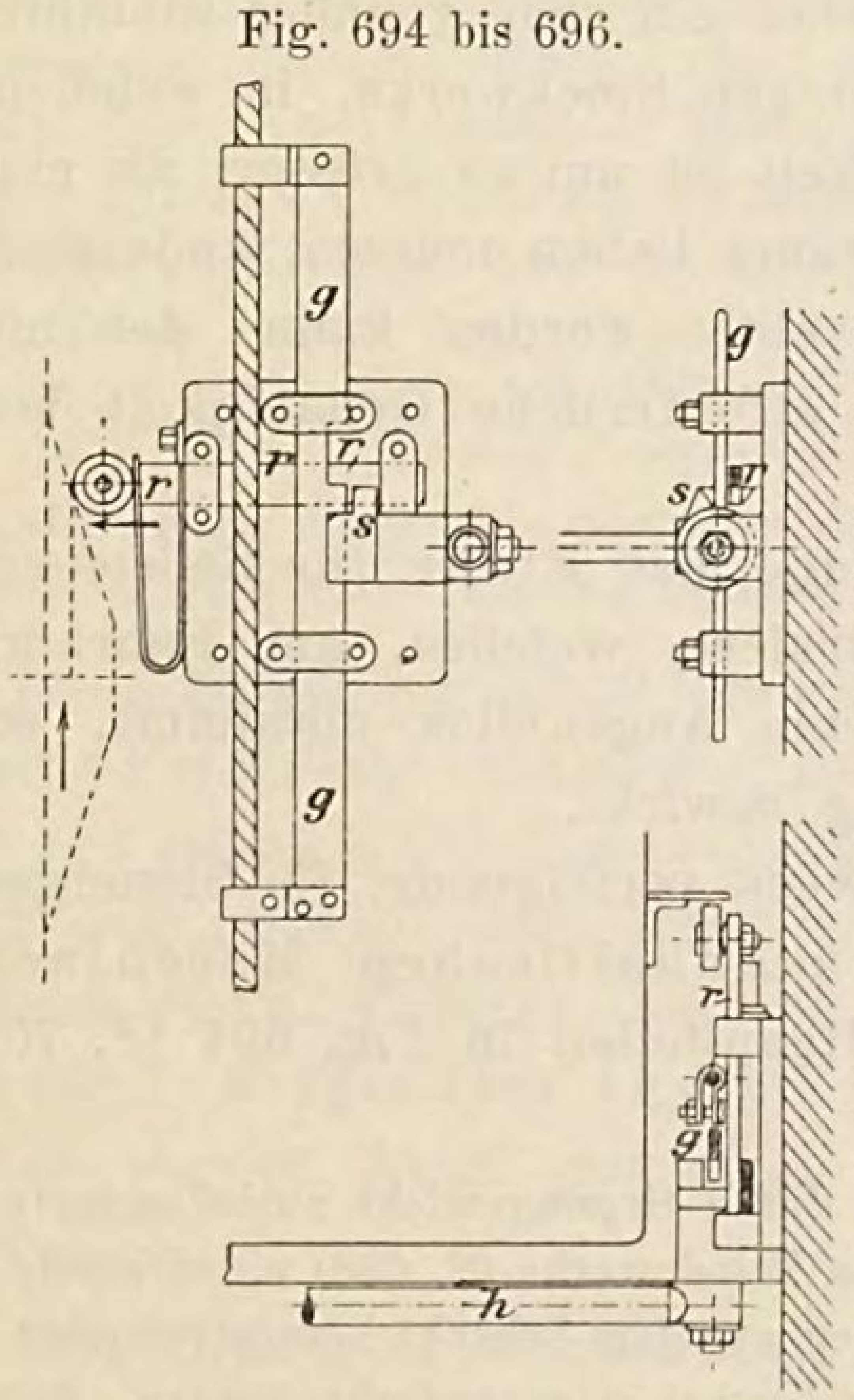
Fig. 690.



Thürverschluss von M. Martin.

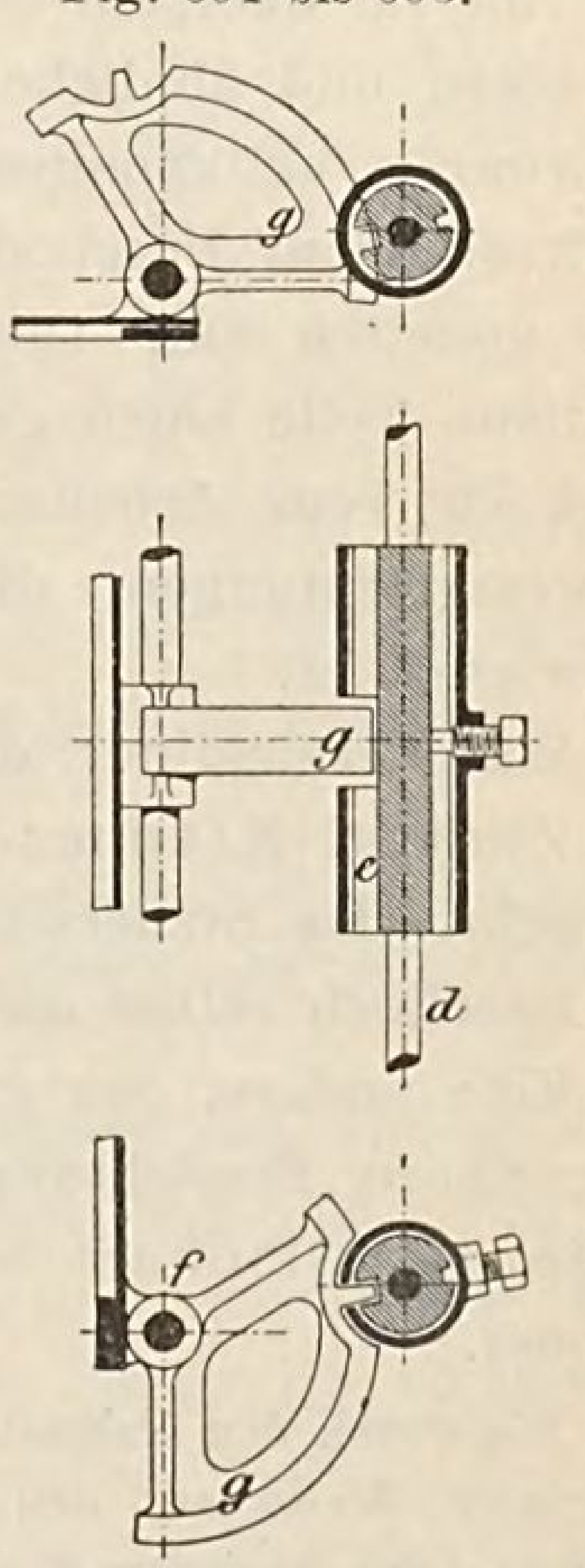
C. Flohr (Th. Lissmann) in Berlin benutzt die Fig. 694 bis 696 gezeichnete Einrichtung (D. R.-P. 37194).

Fig. 694 bis 696.



Thürverschluss von C. Flohr.

Fig. 691 bis 693.



Details des Thürverschlusses von M. Martin.

Vor der geschlossenen Thür liegt der horizontale Schlagbaum h (Fig. 696), auf dessen Welle innerhalb des Fahrschachtes die sektorförmige Sperrscheibe s (Fig. 694 u. 695) sitzt,

die sich so gegen den durch eine kräftige Feder nach innen gedrückten Riegel r legt, dass das Anheben von h verhindert ist. Kommt der Fahrstuhl in die Nähe der Thür, so drückt eine an ihm angebrachte Gleitbahn den Riegel r nach aussen, wobei seine Ausklinkung (Fig. 694) vor die Scheibe s tritt: dann ist das Anheben des Schlagbaumes h und das Öffnen der Thür möglich. Die Sperrscheibe s hat aber eine nach innen vorspringende, mit einem diametralen Schlitz versehene Nabe; dieser Schlitz steht senkrecht, wenn der Schlagbaum h geschlossen ist, und gestattet dann der in das Steuerseil eingeschalteten, an der Wandplatte des Riegels r geführten Schiene g die freie senkrechte Bewegung. Die Steuerung kann daher, solange der Schlagbaum geschlossen ist, bewegt werden, wie dies Fig. 694 (Stellung für die Auffahrt) zeigt; auch kann, selbst wenn der Fahrstuhl an der Thür ohne anzuhalten vorüberfährt, der Schlagbaum noch nicht geöffnet werden, weil die Nabe der Scheibe s durch die Schiene g an der Drehung gehindert ist. — Wird aber die Steuerung auf die Mittelstellung gebracht und der Fahrkorb kommt hinter der Thür zum Stillstand, so tritt ein Ausschnitt der Schiene g vor die Nabe von s und gestattet deren Drehung, d. h. das Öffnen der Thür. Die Steuerung selbst ist aber verriegelt, weil sich bei aufgehobenem Schlagbaum der Ausschnitt von g auf die Nabe von s, deren Schlitz nun horizontal steht, aufsetzt. Der Fahrkorb kann erst nach Schliessen der Thür und Niederlegen des Schlagbaums wieder in Gang gesetzt werden.

Flohr hat diese Einrichtung dahin abgeändert, dass die Verriegelung der Thür in jedem Stockwerk beibehalten, die Sperrung der Steuerung aber nur im obersten Stockwerk angebracht ist.[1])

Diese und ähnliche Konstruktionen erfüllen zwar die gestellten Anforderungen vollkommen, bedingen aber ein sehr genaues Einfahren des Fahrkorbes auf Fussbodenhöhe desjenigen Stockwerks, in welchem derselbe anhalten soll. Diese Schwierigkeit ist um so grösser, als einesteils sämtliche Teile einen gewissen Spielraum haben müssen, andernteils der Fahrkorb vom Arbeiter nicht beobachtet werden kann, der nur auf Zeigervorrichtungen, die selten die erforderliche Genauigkeit besitzen, angewiesen ist.

Zur Vermeidung dieser Missstände hat Flohr für Seilsteuerungen das Zentral-Klemmschloss konstruiert, welches, am Fahrkorb angebracht, das Steuerseil im geeigneten Augenblick mitnimmt, so dass der Fahrkorb selbst die Umsteuerung bewirkt.

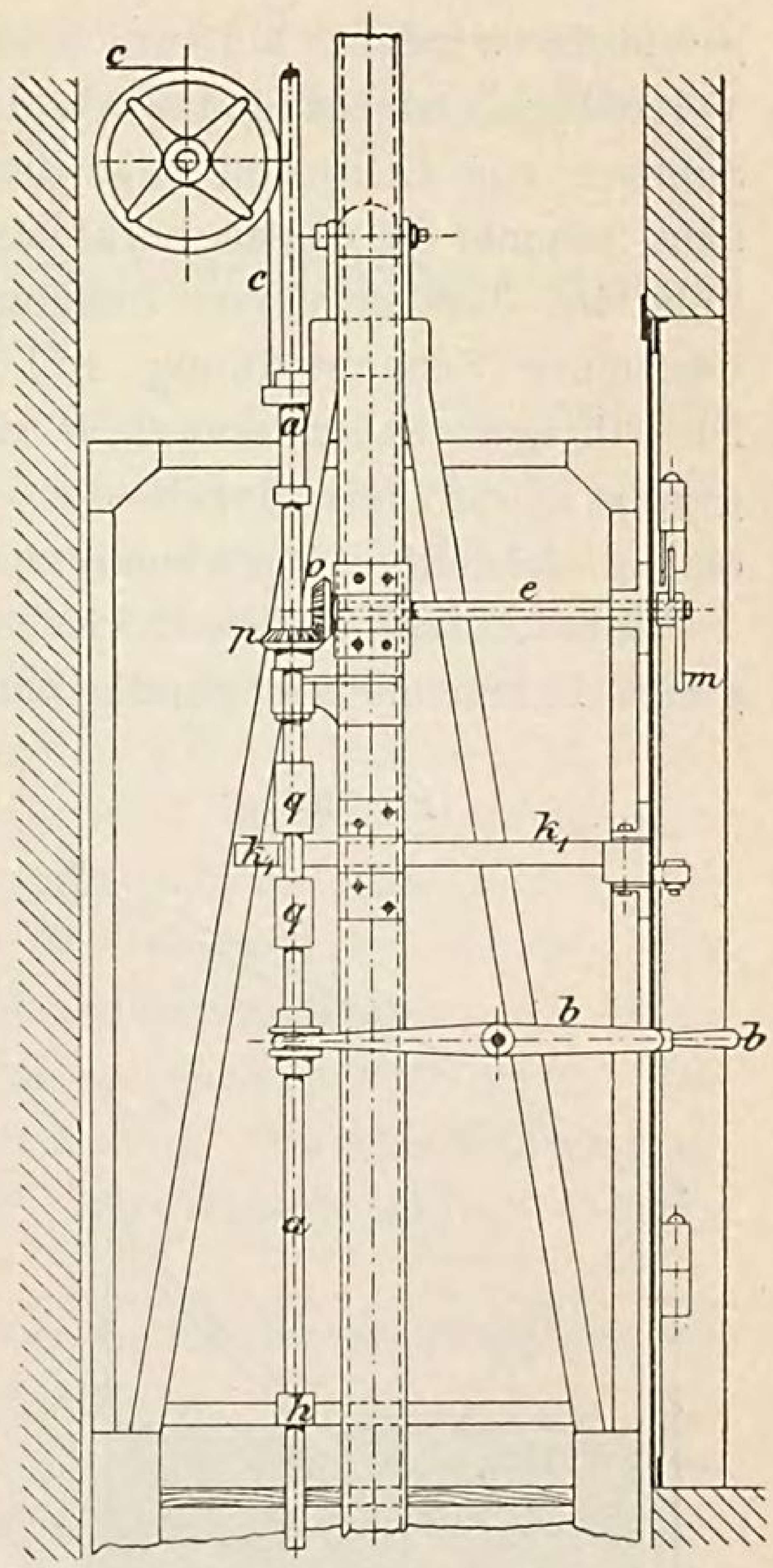
Eine andere, den gleichen Endzweck verfolgende, für Steuergestänge anwendbare Einrichtung der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft ist in ihren Hauptteilen in Fig. 697 (S. 709) gezeichnet.

Die durch den Fahrschacht geführte, durch Gegengewicht ausbalancierte und in geeigneter Weise auf den Kurvenmuff des Windewerks (S. 698) einwirkende Steuerstange a kann in jedem Stockwerk durch den aus dem Schacht heraustretenden Hebel b vertikal bewegt und ausserdem mittels der Kurbel m so gedreht werden, dass immer

[1]) Specht, Die gebräuchlichsten Bauarten der Personen- und Lastenaufzüge etc., S. 87.

eine der in den verschiedenen Stockwerken auf ihr befestigten Anschlagscheiben h in den Bereich eines am Fahrkorb angebrachten Knaggens kommt. Mittels dieser Einrichtung wird die selbstthätige Ausrückung des Fahrkorbes für jedes beliebige Stockwerk vor Beginn der Fahrt genau eingestellt. Eine entsprechende Teilscheibe hinter m erleichtert diese Einstellung. Die Sperrung der Steuerung ist mittels eines quer vor der Thür liegenden (nicht gezeichneten) Riegels und des Riegels k_1 in der Weise von der Schachtthür abhängig gemacht, dass schon beim Niederdrücken der Thürklinke der Riegel k_1 sich bei der Mittelstellung der Steuerstange zwischen die auf derselben angebrachten langen Muffen qq schiebt und die Vertikalbewegung der Stange a verhindert. Wird die Thür weiter geöffnet, so schiebt sich der Riegel nur weiter zwischen die Muffen. — Sollte das Öffnen der Thür während der Bewegung des Fahrkorbes versucht werden, so trifft Riegel k_1, weil die Steuerstange nicht auf Mitte steht, gegen eine der Muffen q und verhindert dadurch das Öffnen der Thür. Das Thürschloss ist so eingerichtet, dass die niedergedrückte Thürklinke nicht früher in die Verschlussstellung gebracht werden kann, als bis die Thür fest zugedrückt ist, so dass erst mit diesem Augenblick die Sperrung der Steuerung aufgehoben wird. Damit aber die Klinke erst dann geöffnet werden kann, wenn der Fahrkorb hinter der betreffenden Thür steht, ist über ihr noch eine zweite Verriegelung angebracht, welche durch eine Gleitbahn des ankommenden Fahrkorbes zurückgeschoben wird.

Fig. 697.



Thürverschluss der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

Diese Steuerung erfüllt sonach die gestellte Forderung vollständig, ist einfach und sicher in der Handhabung und bietet den grossen, namentlich für Geschäftshäuser mit vielen Mietern schätzenswerten Vorzug, dass sie, da die Einstellung für jedes Stockwerk vom Erdgeschoss aus erfolgt, von einem bestimmten Wärter bedient werden kann und nicht Ungeübte die Steuerung zu besorgen haben.[1])

Von anderen zweckmässigen Thürverschlüssen seien hier noch die

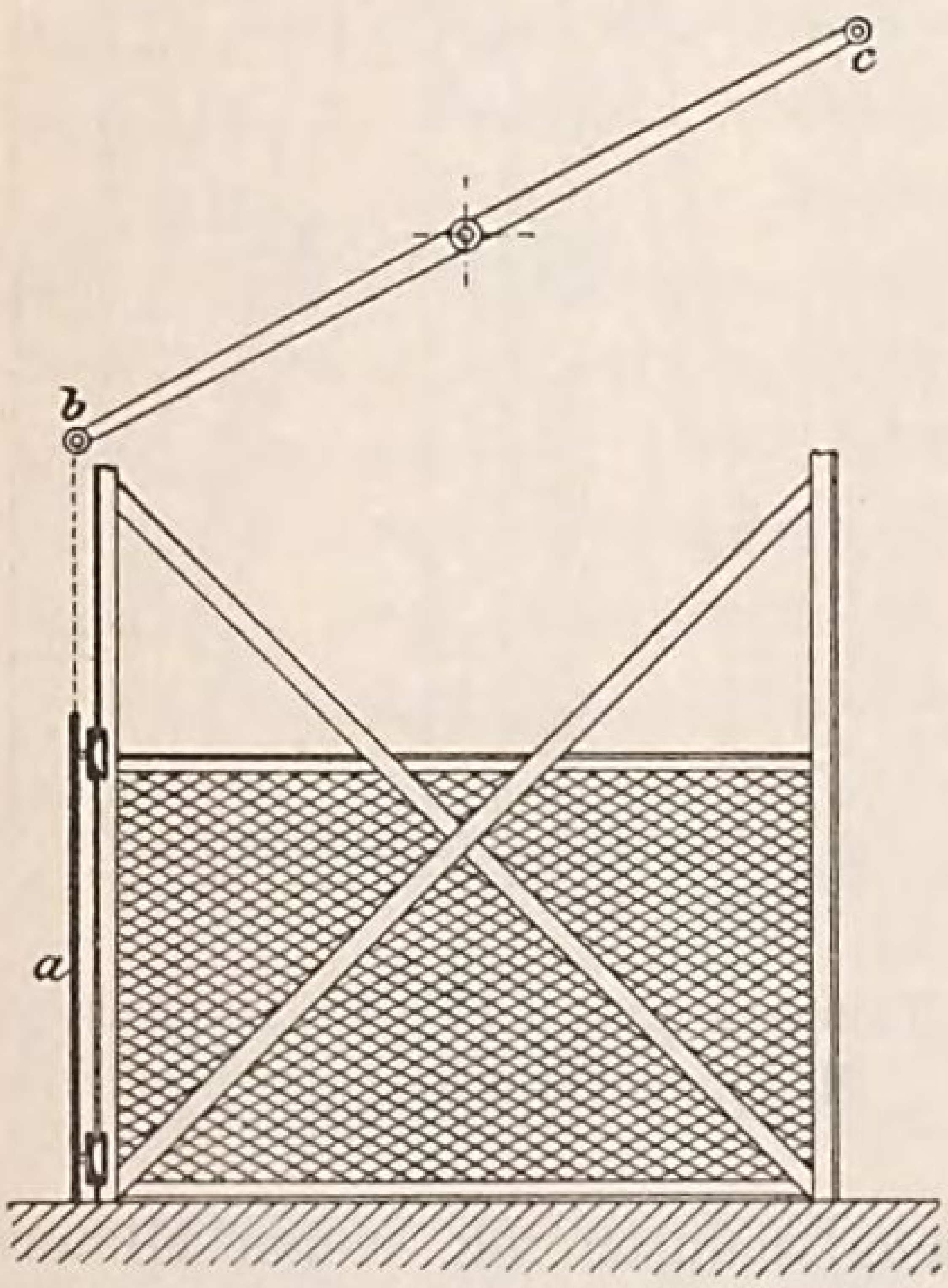
[1]) Ausführliche Zeichnungen dieser, sowie Skizze des Flohr'schen Zentralklemmschlosses finden sich in dem angeführten Werke des Verfassers dieses Artikels.

von E. Becker in Berlin, Schmidt, Kranz & Co. in Nordhausen,[1]) von Unruh & Liebig in Leipzig-Reudnitz[2]) und von Gebr. Burgdorf in Altona erwähnt.

Ebenso kann hier nur auf Martin's Sicherheitsfahrstuhl hingewiesen werden, bei welchem zur Vereinfachung der Bedienung die Verschlussvorrichtungen sowie die Schachtthüren selbst durch einen langen Schleier von Leinwand oder dergl. ersetzt sind, der vor den Zugängen zum Schacht in diesen herabhängt und so um den Fahrkorb herum geführt ist, dass er dessen Zugangsöffnung frei lässt. Sobald der Fahrkorb vor einer Schachtöffnung still hält, ist auch der Zugang zu ihm frei. Die übrigen Schachtzugänge sind aber je durch einen Schlagbaum abgesperrt, der nur durch den Fahrkorb geöffnet werden kann, wobei eine gleichzeitige Festklemmung des Steuerseiles stattfindet.[3])

Für Aufzüge ohne Zwischenladestellen ist zwar in der Regel der ganze Fahrschacht ebenfalls von seiner Umgebung abzuschliessen, doch sind nur die Endstellungen mit selbstthätigen Verschlussvorrichtungen der Zugänge zu versehen. Bei schwer belasteten Aufzügen dieser Art empfehlen sich auch Aufsetzvorrichtungen für den Fahrkorb im höchsten Stand, doch müssen diese mit der Steuerung in zwangläufiger Verbindung stehen, weil andernfalls durch unachtsame Bedienung schwere Unfälle entstehen können. — Derartige Aufsetzvorrichtungen sind für Aufzüge mit mehreren Ladestellen nicht zu empfehlen, weil sie infolge der Betriebserschwerung weniger sorgfältig bedient werden und daher leicht zu Unfällen Veranlassung geben können.

Fig. 698.



Hubgitter zum Abschluss des unteren Zugangs von Fahrstühlen.

Die Zugänge zur oberen Schachtöffnung bei Aufzügen ohne Zwischenladestellen sind gewöhnlich durch Hubgitter verschlossen, welche der nach oben kommende Fahrkorb anhebt und so lange festhält, wie er selbst oben stehen bleibt. Beim Niedergang folgen ihm diese Gitter bis zum Fussboden des oberen Stockwerks.

[1]) S. Specht a. a. O. S. 99.

[2]) Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I, S. 367.

[3]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1888.

Für den Abschluss des unteren Zugangs benutzt man ähnliche Hubgitter, wie z. B. Fig. 698 (S. 710) zeigt. Das Hubgitter a führt sich mittels vier Rollen an den Seitenstielen des Schachtes und ist durch Ketten mit dem am Schachtgerüst drehbar angebrachten Hebel bc verbunden, der von dem abwärtsgehenden Fahrkorb mittels passender Knaggen niedergedrückt und beim Aufsteigen desselben durch sein eigenes Gewicht geschlossen wird.[1])

c. Aufzüge mit hydraulischem Betrieb oder hydraulische Aufzüge.

Die Last wird durch Einwirkung einer Wassersäule auf einen Kolben gehoben; das Betriebswasser muss daher eine bestimmte Druckhöhe haben, die auf verschiedene Weise beschafft werden kann. In Städten mit Wasserleitung, deren Druck an der tiefsten Förderstelle mindestens zwei Atmosphären betragen muss, bietet diese eine geeignete Betriebskraft. — Ist nur ein einziger Aufzug zu betreiben, so kann derselbe unmittelbar an die Leitung angeschlossen werden; wird dieser Anschluss nicht gestattet, wie z. B. in Berlin, so kann der mittelbare Anschluss zweckmässig sein, bei dem die Leitung zur Füllung eines hochstehenden Wasserbehälters benutzt wird, der mit Schwimmkugelhahn zum selbstthätigen An- und Abstellen des Zuflusses versehen werden muss. Bei beiden Arten des Anschlusses ist vor dem Aufzug eine Abschlussvorrichtung in die Zuflussleitung einzuschalten. Der Wasserbehälter und die Rohrleitungen sind frostfrei anzuordnen.

Beide Arten der Benutzung städtischer Leitungen ergeben ziemlich hohe Betriebskosten, weil das abfliessende Wasser verloren geht. Um dieses wieder zu benutzen, hat man den Anschluss an die städtische Leitung aufgegeben und ein besonderes, vom Aufzuge unabhängiges Pumpwerk zur Beschaffung des Betriebswassers angewendet, welches entweder von einer vorhandenen Transmission oder durch einen besonderen Motor betrieben wird, wofür sich wegen ihrer steten Betriebsbereitschaft Gas- oder Elektromotoren besonders eignen. Der Wasserbehälter, in welchen dieses Pumpwerk fördert, wird so gross gemacht, dass sein Inhalt für eine gewisse Zeit zum Betriebe des Aufzuges genügt, damit das Pumpwerk nur zeitweise in Thätigkeit gesetzt zu werden braucht.[2])

Endlich kann das Betriebswasser durch eine Akkumulatoranlage beschafft werden, jedoch nur dann mit Vorteil, wenn eine grössere An-

[1]) Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. II, S. 10.

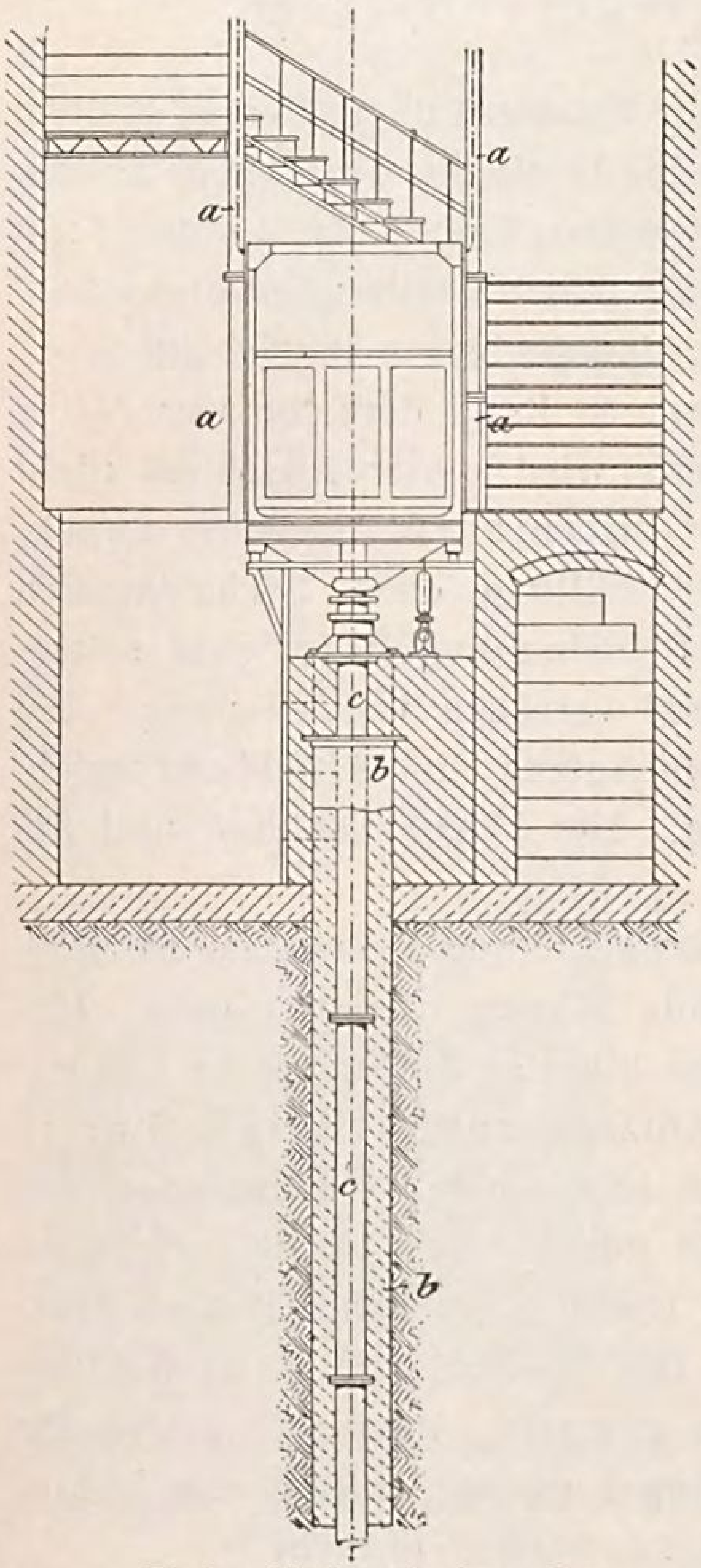
[2]) Angaben über die Betriebskosten hydraulischer Aufzüge finden sich in der mehrfach erwähnten Abhandlung von Specht, S. 116.

zahl von Aufzügen zu betreiben ist, wie z. B. in Speichern, grossen Markthallen u. dergl. Hinsichtlich der Akkumulatoranlage ist das bei den hydraulischen Krahnen Gesagte zu beachten.[1])

Die hydraulischen Aufzüge unterscheidet man in unmittelbar und mittelbar wirkende.

1. Unmittelbar wirkende hydraulische Aufzüge sind solche, deren Fahrkorb unmittelbar mit dem von der Wassersäule getragenen Treibkolben verbunden ist; da hierbei fast jede Unfallgefahr durch Bruch einzelner Teile ausgeschlossen ist, eignen sich diese Aufzüge besonders für Personenbeförderung.

Fig. 699.



Hydraulischer Aufzug der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

Die unmittelbare Verbindung des Fahrkorbes mit dem Treibkolben bedingt, dass letzterer denselben Weg macht wie jener, demnach muss, wenn die Förderung vom Erdgeschoss des Gebäudes aus erfolgt, der Treibzylinder um die ganze Hubhöhe in den Erdboden eingesenkt werden. In Wohngebäuden, Gasthöfen u. s. w., wo diese Aufzüge besonders angewendet werden, bringt man sie entweder in einem besonderen Schacht oder zwischen den Wangen einer Treppe an. Im letzteren Falle muss da, wo die Bahn des Fahrkorbs dicht an die Treppenläufe herantritt, noch ein mindestens 1,8 m hohes Gitter von Drahtgeflecht angebracht sein, wenn man es nicht vorzieht, den Fahrschacht durchaus in dieser Weise zu verkleiden.

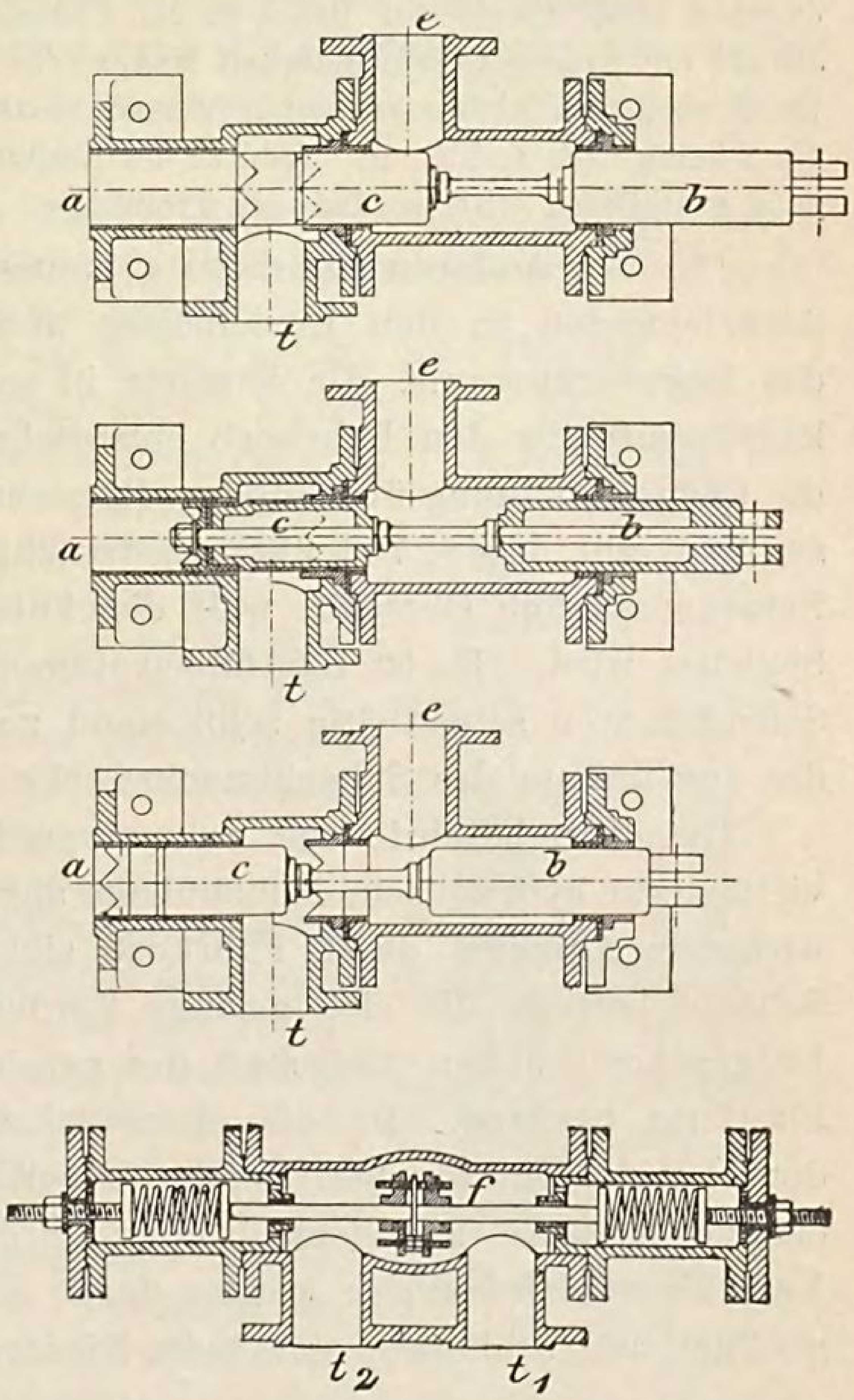
Die allgemeine Anordnung eines im Treppenhause aufgestellten Personenaufzuges der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft, der vom Erdgeschoss bis zum vierten Stockwerk 18,7 m hoch fördert, ist aus Fig. 699 zu ersehen.

Der Treibzylinder c ist in das vorher gesenkte schmiedeeiserne Rohr r eingesetzt, welches im tiefsten Punkt durch eine Betonschicht geschlossen ist, um einesteils eine

[1]) Zeichnungen einer derartigen Aufzugsanlage s. in der vorgenannten Abhandlung.

sichere Unterlage für den Treibzylinder zu schaffen, anderenteils den Zutritt des Grundwassers zu verhindern. Der Raum zwischen Zylinder und Senkrohr ist mit Sand ausgestampft, wodurch, falls ein Bruch des Treibzylinders stattfinden sollte, das schnelle Austreten des Wassers aus demselben und ein übermässig schneller Niedergang des Fahrkorbes verhindert wird. Die Verbindung des Fahrkorbes mit dem Treibkolben muss so ausgeführt sein, dass dieselbe unter keinen Umständen durch das Gegengewicht zerstört werden kann. Der Fahrkorb führt sich mittels geeigneter Gleitbacken in gehobelten Nuten der Säulen a, die gleichzeitig zur Aufnahme der Gegengewichtsketten dienen. Dieselben sind im Dachgeschoss über Rollen geführt und tragen ausserhalb des Fahrschachtes zwei Gegengewichte, die das Gewicht von Treibkolben und Fahrkorb so weit ausgleichen, dass der leere Fahrkorb noch mit angemessener Geschwindigkeit abwärts geht.[1]) Die Steuerung erfolgt vom Fahrkorb aus mittels des Steuerseiles, in welches zwecks selbstthätiger Umsteuerung in beiden Endstellungen Anschlagknaggen an geeigneten Stellen eingeschaltet sind. Sollte diese Umsteuerung im höchsten Punkte nicht erfolgen, so würde der Treibkolben aus seiner Stopfbüchse treten; um dies zu verhindern, ist sein unteres Ende schwach kegelförmig gedreht. Tritt dieser Teil in die Stopfbüchse, so entweicht das Druckwasser, und der Fahrkorb bleibt stehen.

Fig. 700 bis 703.



Steuerapparat und Regulierventil des hydraulischen Aufzuges der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

Der Steuerapparat, in Fig. 700 bis 702 in seinen drei Hauptstellungen gezeichnet, besitzt zwei auf einer Stange befestigte, daher entlastete Steuerkolben b und c, die vom Steuerseil durch geeignete Übertragungen bewegt werden. An den Stutzen e schliesst sich das Zuflussrohr des Druckwassers, Stutzen t stellt die Verbindung mit dem Treibzylinder her, und bei a schliesst sich die Abflussleitung an. Hiernach ist Fig. 701 die Mittel- oder Ruhestellung, Fig. 702 die Stellung für die Auffahrt und Fig. 700 die für die Niederfahrt. Um die beim Steuerungswechsel möglichen Wasserstösse zu verhüten, ist Kolben c mit einem Vorkolben versehen, dessen Vorderrand zahnartig ausgeschnitten

[1]) Wenn die örtlichen Verhältnisse es gestatten, ist die Aufhängung der Gegengewichte an Drahtgurten oder Drahtseilen wegen des ruhigeren Ganges vorzuziehen.

ist; in gleicher Weise ist auch der Vorderrand der zwischen e und t liegenden Führungsbüchse gestaltet. — Zwischen Steuerapparat und Treibzylinder ist das in Fig. 703 in der Mittelstellung gezeichnete Regulierventil eingeschaltet, welches bei zu weit geöffneter Steuerung die Fahrgeschwindigkeit regelt und, falls bei der Auffahrt ein Bruch im Zuflussrohr erfolgt, den zu schnellen Niedergang des Treibkolbens verhindert. Der Apparat steht mittels der Stutzen t_1 und t_2 einerseits mit dem Steuerapparat, andererseits mit dem Treibzylinder in Verbindung. Bei normalem Betrieb steht die Scheibe f in der Mitte, und sind überall die normalen Durchgangsquerschnitte vorhanden. Tritt dagegen beispielsweise ein Bruch in der Zuflussleitung ein, so würde der Treibkolben alsbald mit grosser Geschwindigkeit sinken, das vom Treibzylinder durch das Regulierventil nach dem Abfluss strömende Wasser reisst infolge seiner grossen Geschwindigkeit die Scheibe nach t_1 hin mit, wodurch der Ausflussquerschnitt verengt, unter Umständen ganz geschlossen wird, so dass der Treibkolben nur langsam sinken kann.

Die von anderen Fabriken gebauten derartigen Aufzüge zeigen nur Abweichungen in den Einzelheiten und bezüglich der Steuerung oder des Regulierapparats. Da letzterer in seiner Wirkung einer Geschwindigkeitsbremse für den Fahrkorb entspricht, so ist bei derartigen Aufzügen die Fangvorrichtung überflüssig. Hinsichtlich der Verschlüsse der Schachtzugänge gilt das S. 706 über Lastaufzüge mit Personenbeförderung und Personenaufzüge Gesagte, weil der Fahrkorb stets vom Fahrstuhlführer begleitet wird. Es ist nur hinzuzufügen, dass es zweckmässig ist, die Schachtthüren selbstthätig schliessend zu machen; dieselben müssen mit der Innenkante des Schachtmauerwerkes bündig liegen.

Die oben beschriebene, zuerst von Edoux angegebene Bauart wird vielfach für hydraulische Hebebühnen angewendet, d. h. solche unmittelbar wirkende Aufzüge, deren Fahrkorb sich nicht in einem fest begrenzten Schacht bewegt, die eine geringe Förderhöhe, etwa vom Keller bis zum Erdgeschoss, haben und statt des geschlossenen Fahrkorbes eine offene Plattform besitzen. Da die obere Schachtöffnung in gleicher Höhe mit dem Fussboden des betreffenden Stockwerks liegt, ist dieselbe durch eiserne Klappen abzudecken oder durch Gitter abzuschliessen. Beide Verschlussvorrichtungen werden durch die aufsteigende Bühne selbstthätig geöffnet und schliessen sich beim Niedergange ebenfalls selbstthätig.[1])

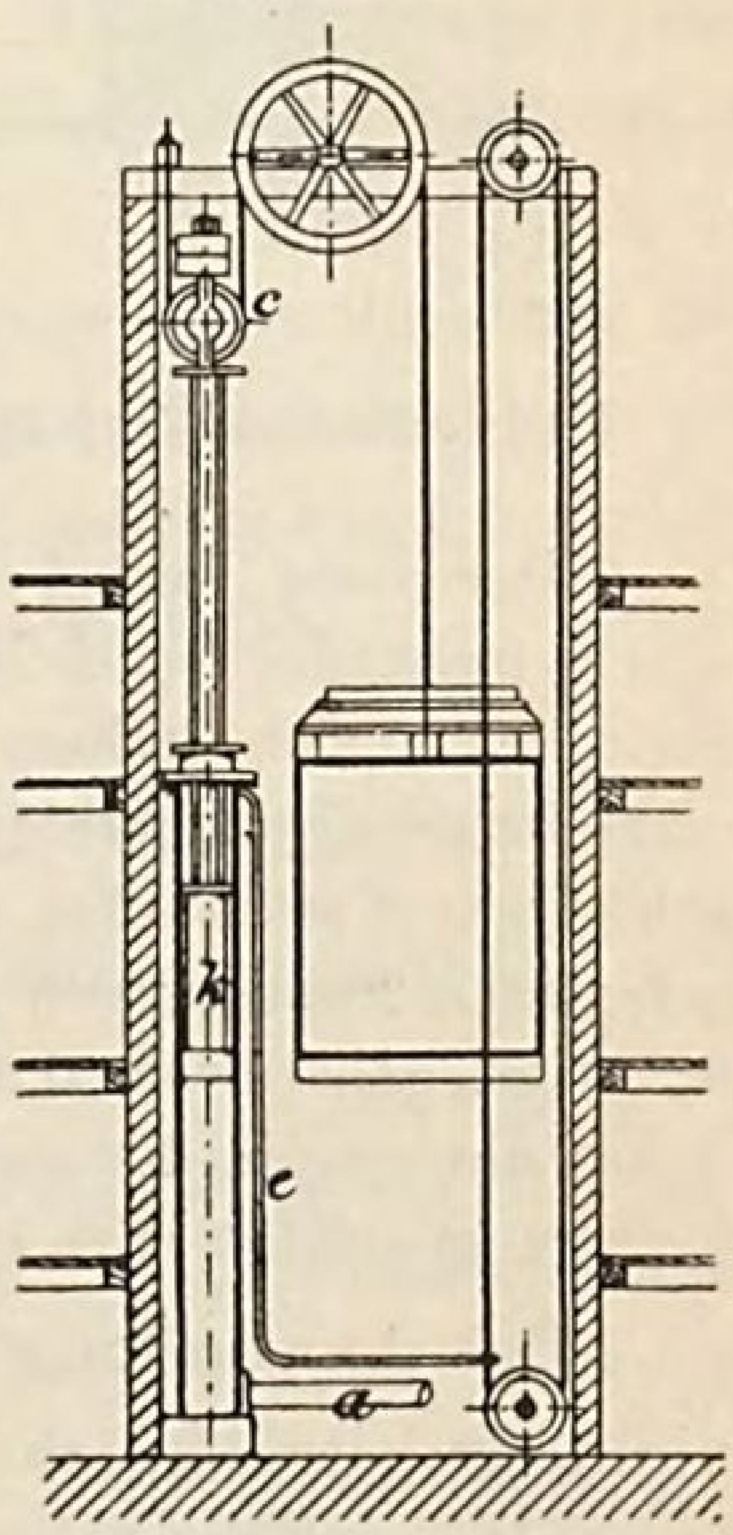
2. Mittelbar wirkende hydraulische Aufzüge. Der Fahrkorb derartiger Aufzüge ist durch über Leitrollen geführte Ketten oder Drahtseile mit dem Treibkolben verbunden, daher kann der Treibzylinder seitlich im Fahrschacht oder ausserhalb desselben horizontal oder vertikal angeordnet sein. Je nach der Hubhöhe und den örtlichen Verhältnissen wird eine lose Rolle oder ein mehrfacher Flaschenzug zwischen Fahrkorb und Treibzylinder eingeschaltet, so dass der Hub des Treibkolbens nur einen entsprechenden Bruchteil von dem des Fahrkorbes ausmacht. Als Trag-

[1]) Zeichnung und Beschreibung einer solchen Bühne s. bei Specht a. a. O.

organe sind Drahtseile den Ketten vorzuziehen, weil sie bei ruhigerem Gange geringere Abnutzung zeigen.

Bei der einfachsten, von Freissler[1]) angegebenen Anordnung dieser Aufzüge ist eine Übersetzung nicht verwendet; der Treibzylinder steht neben dem Fahrschacht, sein Kolben hat denselben Hub wie der Fahrkorb, dessen Aufgang durch das Gewicht des Treibkolbens veranlasst wird, während sein Niedergang durch das unter letzteren geleitete Druckwasser bewirkt wird. — Eine Verbesserung der Freissler'schen Anordnung ist die in Fig. 704 gezeichnete von Hale in New-York, die für die meisten Aufzüge dieser Art angenommen ist.

Fig. 704.



Hydraulischer Aufzug von Hale.

Der oben und unten geschlossene Treibzylinder steht in oder unmittelbar neben dem Fahrschacht; sein schwerer Treibkolben k trägt an den nach oben durch Stopfbüchsen austretenden Kolbenstangen eine lose Rolle c, welche in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weisé in das Tragseil des Fahrkorbes eingehängt ist. Das Eigengewicht des letzteren ist teils durch den Kolben k, teils durch ein auf den Kolbenstangen befestigtes Gegengewicht so weit ausgeglichen, dass der leere Fahrkorb noch mit genügender Geschwindigkeit abwärts gehen kann. Wenn das Druckwasser durch das Rohr e über den Treibkolben gelangt, so geht der Fahrkorb aufwärts, dessen Weg durch Anwendung der losen Rolle doppelt so gross ist als der des Treibkolbens. Bei dem durch das Eigengewicht des Fahrkorbes erfolgenden Niedergang desselben muss die Zuflussleitung e abgesperrt, der obere Teil des Zylinders mit dem unteren verbunden werden, damit das Wasser über dem aufsteigenden Treibkolben entweichen kann. Beim nächsten Kolbenniedergange fliesst dieses unter dem Kolben befindliche Wasser dann ab. Bei einer Förderhöhe von 20 m ist der Kolbenweg 10 m. In diesem Falle ist der motorische Auftrieb während der Auffahrt des Fahrkorbes durchaus gleich, denn bei Beginn derselben ist der Druck auf den Kolben gleich der auf ihm stehenden Wassersäule, vermehrt um die, infolge der vollständigen Luftleere unter dem Kolben an diesem hängende Wassersäule von 10 m, so dass im Anfange 20 m = 2 Atm. Druckhöhe vorhanden sind. Beim fortschreitenden Niedergange des Kolbens nimmt diese hängende Wassersäule immer mehr ab, bis sie zuletzt gleich Null wird, dagegen vergrössert sich die Druckwassersäule in gleichem Maasse, bis sie zuletzt 20 m = 2 Atm. beträgt.

Hinsichtlich der Behandlung der Seile und der Ausführung des Steuerungsapparates gilt das früher Ausgeführte. Die Steuerapparate sind so eingerichtet, dass der Abschluss der Zu- und Abflusskanäle nur ganz allmählich erfolgt.[2]) Die Fahrkörbe derartiger Aufzüge müssen mit Fangvorrichtungen versehen werden, die den früher behandelten ent-

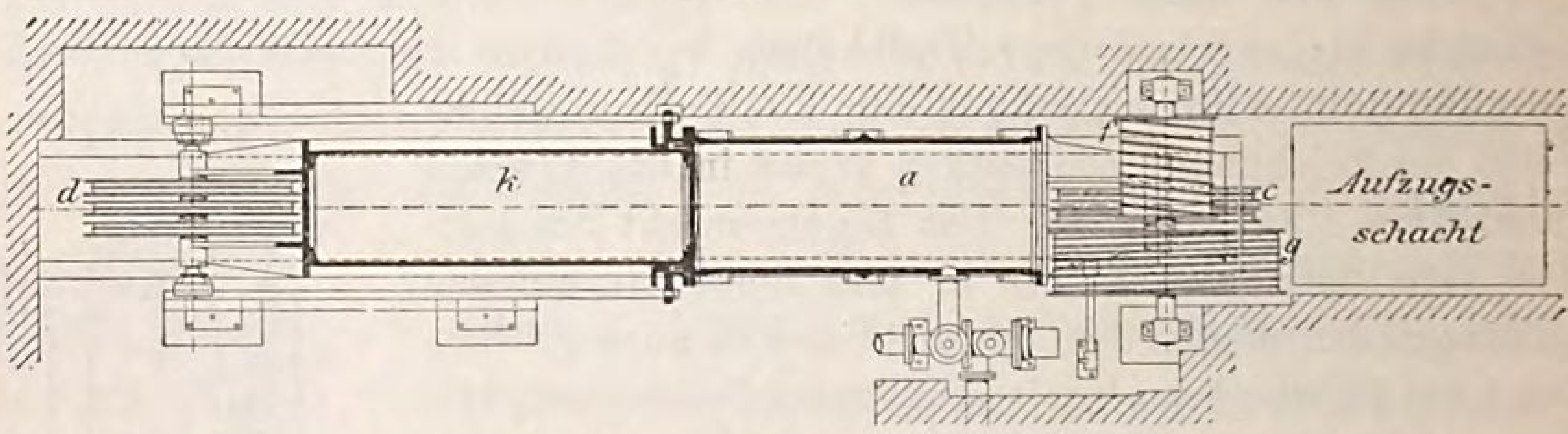
[1]) Vergl. Ernst a. a. O.

[2]) Zeichnung der Steuerung von Otis s. Specht a. a. O. S. 53.

sprechen, während für die Verschlüsse der Schachtzugänge das bei dem unmittelbar wirkenden hydraulischen Aufzug Gesagte gilt, weil die hier in Rede stehenden Aufzüge in der Regel vom Fahrstuhlführer begleitet werden. Die Fahrkörbe müssen mit Schutzdach versehen sein, um die Insassen vor Verletzungen durch herabfallende Gegenstände zu sichern.

Für mehr als 20 m Hubhöhe, oder da, wo ein Treibzylinder von 10 m nicht Platz findet, wird die gewünschte Förderhöhe mit Hilfe einer mehrfachen Rollenübersetzung erreicht, wie Fig. 705 (Ausführung der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft) zeigt.

Fig. 705.



Hydraulischer Aufzug der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft.

Der feste Deckel des Treibzylinders a trägt einen Doppelbock zur Aufnahme einer feststehenden Achse, auf der zwei von einander unabhängige Ketten- oder Seilrollen c sich drehen. Auf der anderen Seite des Zylinders tritt der durch Ledermanschette abgedichtete Kolben k aus, der in ähnlicher Weise drei von einander unabhängige Kettenrollen d trägt, deren Achse mittels Gleitbacken an zwei passend gelagerten Rundstangen geführt wird. Die Kette ist mit einem Ende am Treibzylinder befestigt, geht zweimal über jene Rollen nach der kleinen Kettentrommel f, auf deren Achse die grosse, die eigentliche Lastkette aufnehmende Kettentrommel g fest ist. Die Steuerung erfolgt mittels des schon beschriebenen Apparates.

Bei Anwendung der mehrfachen Rollenübersetzung ergiebt sich ein nicht unbeträchtlicher Kraftverlust und stärkere Abnutzung der Seile. Deshalb verwendet L. Hopmann in Köln a. Rh. statt derselben eine Übersetzung durch Trieb und Zahnstange derart, dass eine als solche ausgebildete Verlängerung der Kolbenstange einen Trieb in Umdrehung setzt, auf dessen Achse die Seiltrommel befestigt ist. Fahrkorb und Gegengewicht hängen mittels Seilen, welche sich in entgegengesetzter Richtung aufwickeln, an der Trommel. Das Gegengewicht ist so gross gewählt, dass das tote Gewicht des Fahrkorbes und die halbe Nutzlast durch dasselbe ausgeglichen werden; es muss daher der Wasserdruck von beiden Seiten des Kolbens wirksam sein können.[1])

Bei den bisher besprochenen Aufzuganlagen sind hochstehende Wasserbehälter vorausgesetzt. Dieselben belasten das Dachgeschoss erheblich

[1]) Näheres über diese Bauart siehe Specht a. a. O.

und haben ausserdem manche Unannehmlichkeiten, z. B. kann bei ungenügendem Schutz gegen Frost der gesamte Fahrstuhlbetrieb unterbrochen werden. Ebenso können die langen Druckrohrleitungen durch Einfrieren u. dergl. zu bedeutenden Störungen und kostspieligen Reparaturen Veranlassung geben. — Aus diesen Gründen hat man die Hochbehälter durch im Keller aufgestellte Druckwindkessel ersetzt, in welche das Wasser durch eine Dampfpumpe gefördert und einem Druck von 5 bis 8 Atmosphären unterworfen wird, um es mit demselben zum Aufzugbetrieb zu verwenden. Der Windkessel muss zunächst ein Manometer erhalten, sodann muss die Spannung auch während des Wasserverbrauchs möglichst gleich hoch erhalten werden. Zu diesem Zweck wird das Dampfeinlassventil der Dampfpumpe derart mit dem Luftraum des Windkessels in Verbindung gebracht, dass es sich bei abnehmendem Druck selbstthätig öffnet, bei Erreichung des Maximaldruckes ebenso schliesst. Endlich ist für selbstthätigen Ersatz der mit dem Wasser fortgerissenen Luft Sorge zu tragen.[1])

Bei allen hydraulischen Aufzügen ist der Wasserverbrauch stets der nämliche, gleichgiltig, ob die volle Last oder nur ein Teil derselben gefördert wird. Über Konstruktionen, welche den Wasserverbrauch innerhalb gewisser Grenzen der Last anpassen, s. Ernst a. a. O.

d. Aufzüge ohne festbegrenzten Fahrschacht.[2])

In Speichern, Mühlen und anderen Betrieben kommen Aufzüge vor, deren Fahrschacht nicht fest begrenzt ist; die Last hängt ohne Fahrkorb unmittelbar am Seil und wird ohne Führung aufgezogen. Bei derartigen, an der Aussenfront eines Gebäudes angebrachten Aufzügen, gewöhnlich Sackaufzüge genannt, sind an beiden Seitenwänden der Öffnung Handgriffe in etwa 1,2 m Höhe über dem Fussboden anzubringen und die Frontwandöffnungen derjenigen Stockwerke, nach denen nicht gefördert wird, mit Verschlussvorrichtungen zu versehen.

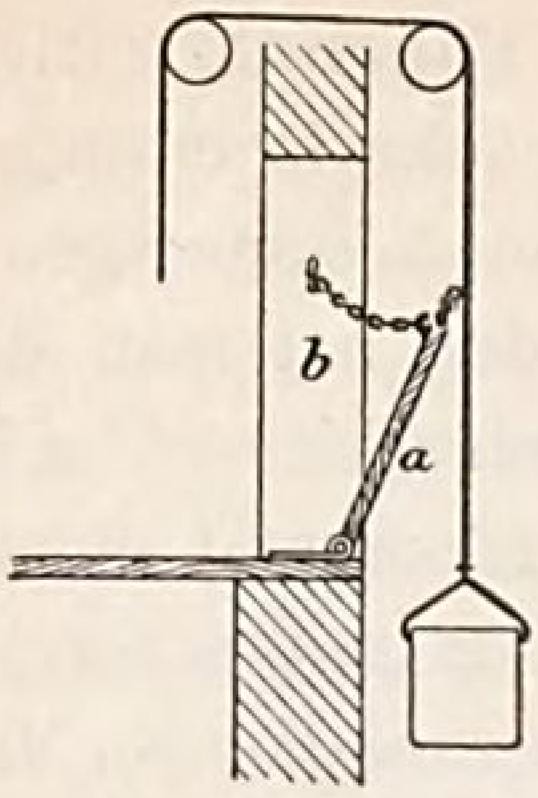
Letztere bestehen häufig in ein- oder zweiflügeligen Thüren von Brüstungshöhe oder in Barrierestangen, deren sichere Handhabung natürlich von der Zuverlässigkeit der Arbeiter abhängt. Zweckmässiger ist ein selbstthätiger Verschluss, wie ihn z. B. die Freiherrl. v. Tucher'sche Brauerei in Nürnberg anwendet.

Jede Luke ist mit einer Klappe a versehen (Fig. 706, S. 718), die durch Ketten b in der gezeichneten Lage erhalten und von der aufsteigenden Last zurückgedrückt

[1]) Zeichnung und Beschreibung einer derartigen Anlage s. bei Specht a. a. O. Nachtrag S. 100.

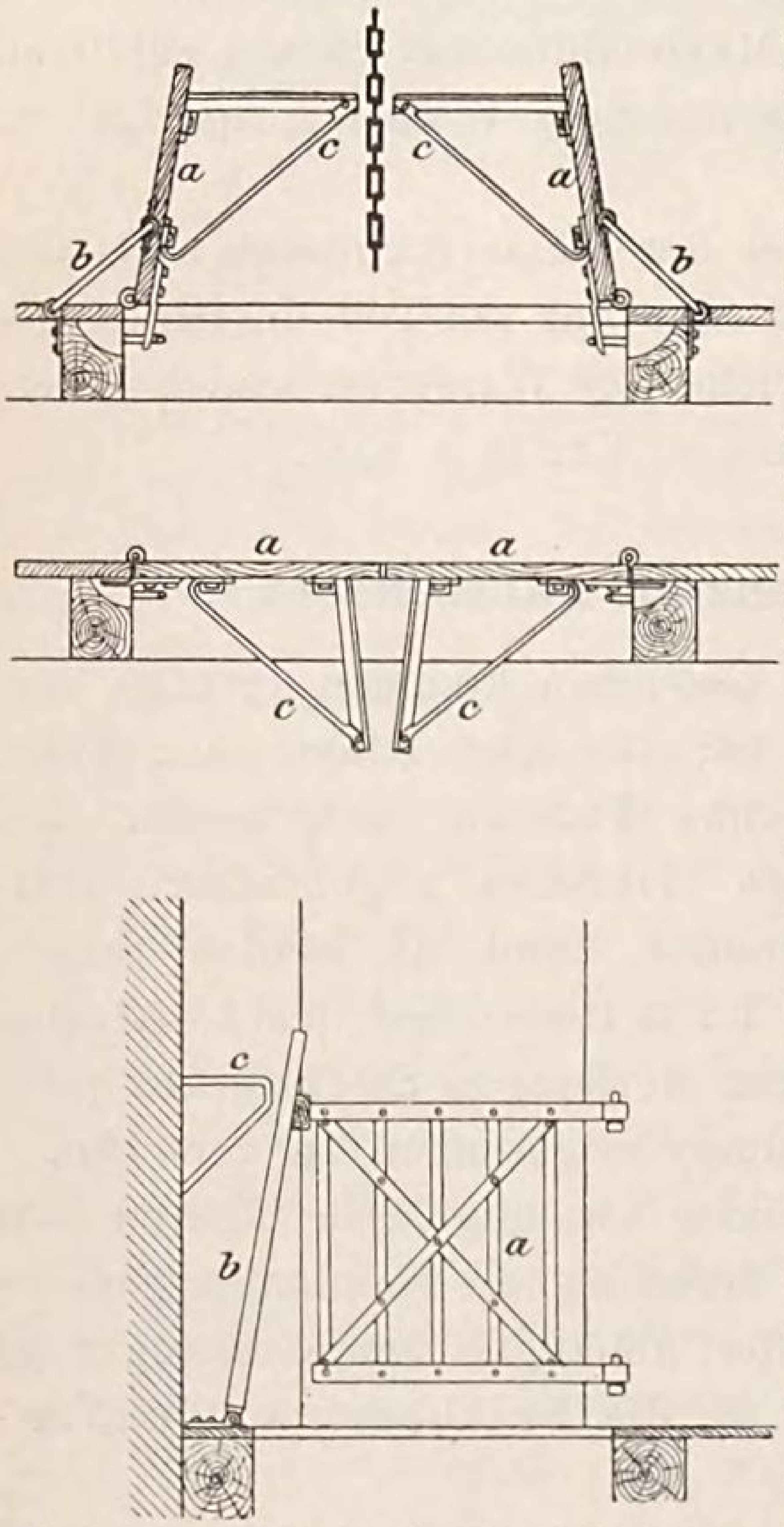
[2]) Bericht über die Deut. allgem. Ausstellung für Unfallverhütung Bd. I, S. 343.

Fig. 706.



Selbstthätiger Lukenverschluss der Freiherrl. v. Tucher'schen Brauerei.

Fig. 707 bis 709.



Lukenverschlüsse des Rheinischen Lokalvereins chemischer Industrieller.

wird. Die Vorderkante der Klappe ist mit einer Walze versehen, um das an derselben streifende Seil zu schonen.

Ein Verschluss für Öffnungen im Fussboden oder **Bodenluken** ist in Fig. 707 und 708 nach einer Ausführung des **Rheinischen LokalVereins Chemischer Industrieller** in Köln a. Rh. gezeichnet.

Die Bodenklappen a sind auf ihrer Unterseite mit den aus Winkeleisen gefertigten Winkeln c versehen, die, sobald die Klappen geöffnet und in dieser Stellung durch die eingehakten Stangen b gehalten werden, den seitlichen Abschluss der Öffnungen bilden. Die Last muss natürlich immer erst über diesen Abschluss gehoben werden, bevor sie seitlich abgesetzt werden kann. — Bei der in Fig. 709 gezeichneten Vorrichtung ist der Zugang zur Bodenöffnung durch Gitterthüren a gesperrt, die durch die geöffnete Bodenklappe b, welche nur bis an den Winkel c zurückgelegt werden kann, in der Verschlussstellung gehalten werden. Werden die Gitterthüren geöffnet, so fällt die Klappe selbstthätig zu, und die Last kann bequem abgesetzt werden.

Um den Gefahren des Aufzugbetriebes vorzubeugen, haben verschiedene Behörden, namentlich das Königliche Polizei-Präsidium in Berlin und das Königlich Sächsische Ministerium des Innern, ausführliche Verordnungen über Anlage und Betrieb von Aufzügen erlassen; auch die Berufsgenossenschaften haben in ihre Unfallverhütungsvorschriften Bestimmungen aufgenommen, die sich mehr oder weniger nach dem besonderen Bedürfnis der betreffenden Betriebe richten.[1])

[1]) S. **Platz**, Die Unfallverhütungs-Vorschriften Bd. I, S. 114 u. f. und Bd. II, S. 87 u. f.

IV. Teil.

Verhütung der gesundheitlichen Schädlichkeiten des Gewerbebetriebes im engeren Sinne.

(Spezielle Gewerbehygiene.)

XI. Abschnitt.

Metallurgische Industrie.

Von W. Oppermann,
Königl. komm. Regierungs- und Gewerberat in Posen.

A. Anlagen zur Gewinnung roher Metalle (Hüttenbetrieb).

Der Hüttenbetrieb bedingt für die Arbeiter eine Reihe von Gefahren für Leben und Gesundheit, die zwar je nach der Art der verarbeiteten Metalle, der Art des Arbeitsprozesses und der dabei auftretenden Gase und Dämpfe verschieden, im allgemeinen aber erheblicher sind, als die anderen gewerblichen Betrieben eigentümlichen Schädlichkeiten. Diese Schädlichkeiten lassen sich, wie folgt, gruppieren:

1. Schädlichkeiten, welche durch die Schwere der Arbeit, insbesondere durch übermässige Anstrengung des Körpers herbeigeführt werden.

2. Schädigungen, insbesondere Körperverletzungen durch gewaltsame mechanische Einwirkungen (Quetschungen, Verrenkungen, Knochenbrüche u. s. w.), Verletzungen durch Verbrennungen, hervorgerufen durch glühende und geschmolzene Massen, durch Funken, ätzende Stoffe und dergl. und Verletzungen durch Gasexplosionen.

3. Schädliche Einwirkungen des häufigen und grossen Temperaturwechsels.

4. Schädliche Einwirkungen des grellen Lichtes.

5. Schädliche Einflüsse der Luftverunreinigung durch Gase, Dämpfe und Staub.

Für die Umgebung der Hüttenbetriebe, einschliesslich der umgebenden Vegetation in Feld und Wald sind die unter 5. genannten Luftverunreinigungen ebenfalls in der Regel lästig oder nachteilig. Ferner können für die Nachbarschaft der Hütten Belästigungen durch schädliche Abwässer und durch grosses und immerwährendes Geräusch in Frage kommen.

Die Arbeit in den Hütten bedingt ganz allgemein eine bedeutende Muskelanstrengung, die nicht selten bis zur Überanstrengung gesteigert wird. Wenn auch einzelne von Natur kräftige Leute der Schwere der Arbeit gewachsen sind und ihre Muskelenergie und Körperstärke durch die ihnen angemessene körperliche Thätigkeit eher gehoben als vermindert wird, so ist dies doch nur ausnahmsweise der Fall. Hierzu tritt noch der Umstand, dass viele Hüttenarbeiter nicht in der Lage sind, den starken Stoffverbrauch durch eine kräftige Kost und ausreichende Ruhe gehörig auszugleichen. Es bedarf nur eines Hinweises, dass die durch die Schwere der Arbeit bedingten Schädigungen besonders nachhaltig und verderblich auf den Körper einwirken, wenn derselbe noch in der Entwickelung begriffen ist. Es sollten deshalb im Hüttenbetriebe beschäftigten jugendlichen Arbeitern nur leichtere Arbeiten gestattet werden, und müsste — abgesehen von den übrigen noch zu erörternden Schädigungen — schon die Schwere der Hüttenarbeit an sich den Grund für eine allgemeine Vorschrift geben, dass jeder im jugendlichen Alter befindliche Arbeiter vor der Zulassung zur Beschäftigung einer ärztlichen Untersuchung zu unterwerfen ist. In Anlehnung an die Bestimmungen des § 120 c der Gewerbeordnung wäre diese Untersuchung zum mindesten für alle Arbeiter unter 18 Jahren zu verlangen.

Die Unfallgefahr in den Hüttenbetrieben ist eine verhältnismässig hohe und ist nicht zum geringsten Teil auf das grosse Gewicht der in Frage kommenden Rohmaterialien und der erzeugten Produkte zurückzuführen. Die Würdigung dieser Gefahren und der Mittel zu ihrer Herabminderung ist bereits an anderer Stelle dieses Werkes erfolgt.

Eine den Hüttenbetrieben eigentümliche Unfallgefahr bilden die Verbrennungen, die durch die überall vorkommenden feuerflüssigen Massen hervorgerufen werden. Die Verletzungen erfolgen entweder dadurch, dass die glühenden Massen auslaufen oder dass nasses Gezähe oder Wasser mit geschmolzenem Metall oder mit Schlacken in Berührung kommt und ein Umherspritzen dieser verursacht. Ferner können umhersprühende Funken Verbrennungen bewirken. Gegen diese Verbrennungen sind die Arbeiter in erster Linie durch eine zweckentsprechende Ausrüstung zu schützen. Die Kleidung muss glatt anliegen und muss aus Leinen bestehen, da dieser Stoff von den gewöhnlichen Geweben am wenigsten leicht Feuer fängt. Gegen das Funken- und Schlackensprühen werden zweckmässig lange lederne Schurzfelle, sowie lederne oder Asbest-Gamaschen, Beinschienen und Holzschuhe verwandt. Die häufigen Verbrennungen und Verletzungen der Augen und des Kopfes durch glühende Metall- und Schlackenteile sind dadurch zu vermeiden, dass die Arbeiter Masken aus Drahtgeflecht tragen. Die Masken sollen in etwa 8—10 cm Ent-

fernung von Gesicht und Hals herunterhängen, entsprechend gebogen und etwa 50 cm breit und 35 cm lang sein. Das Geflecht muss aus feinem festem Draht hergestellt sein; die Maschenweite darf nicht über 1,5—2 mm hinausgehen, weil sonst die Abwehr unsicher wird, sie sollte auch nicht wesentlich geringer werden, weil sonst die Sicherheit des Blickes beeinträchtigt wird. Schutzbrillen, welche insbesondere die Augen schützen, haben nur geringen Wert, da sie erfahrungsmässig ungern und nicht dauernd getragen werden (vergl. Abschn. VII, S. 490 ff.).

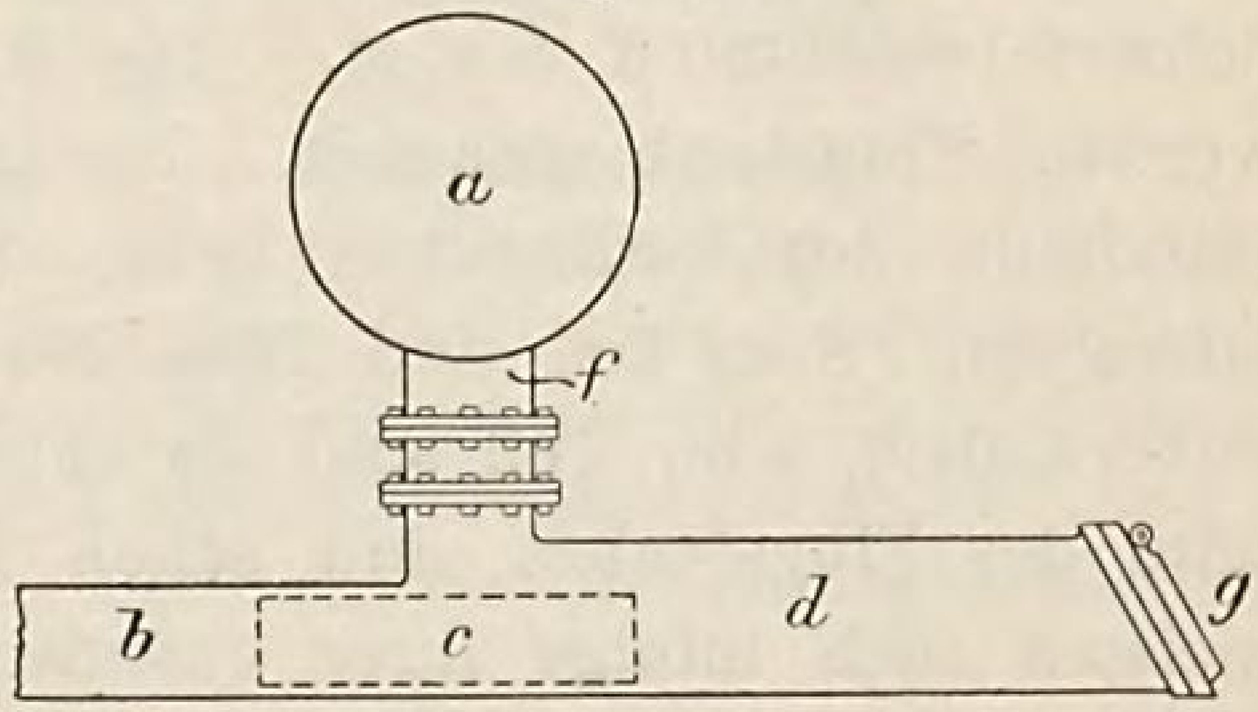
Explosionen können in Öfen und Windleitungen dadurch entstehen, dass sich Ofengase und Pressluft in einer nicht beabsichtigten Weise mengen und explosible Gemische bilden; ferner können Explosionen dadurch herbeigeführt werden, dass plötzlich Wasser mit glühenden Metall- oder Schlackenmassen in Berührung tritt.

Die Explosionen der erstgenannten Art können durch Vorrichtungen verhütet werden, die das Eindringen der Ofengase in die Windleitung verhüten.

Die Königliche Eisengiesserei zu Gleiwitz wendet zur Verhütung von Ofengasexplosionen folgende Vorrichtung an: Der Düsenstock ist mit einer eisernen Sicherheitsklappe versehen, welche gewöhnlich durch die Pressung der aus der Windleitung zuströmenden Gebläseluft offen gehalten wird, sich aber beim Abstellen der letzteren oder bei etwa sonst verminderter Windpressung sofort schliesst und damit das Eindringen der Ofengase in die Windleitung und Explosionen in letzterer unmöglich macht.

Bei allen Gasleitungen werden, um Explosionen möglichst unschädlich zu machen, an jeder Biegung Sicherheitsventile angebracht. Die Anordnung derselben ist aber nur dann vollkommen, wenn verhütet wird, dass die Explosionen nach rückwärts in die Windleitung zurückschlagen.

Fig. 710.



Vorrichtung zur Unschädlichmachung der Explosionen in Gasleitungen.

Eine zweckmässige Einrichtung, welche jeden Rückschlag verhindert, wurde auf der Friedrichshütte in Tarnowitz getroffen (Fig. 710). Der von dem Gebläse getriebene, aus dem Regulator a durch f kommende Wind muss in die Windleitung b durch das dort eingesetzte 55 cm lange Rohrstück c eintreten; ereignet sich eine Explosion in der Gasleitung, so wird jeder Rückdruck auf das Gebläse dadurch unmöglich gemacht, dass die Explosionsgase durch das Rohrstück c zurückstreichen müssen. Letzteres ragt aber in dem weiten Rohr d so weit nach vorn, dass es über das Windzuführungsrohr f hinausreicht, die Explosionsgase bewegen sich demnach in gerader Richtung fort und treten nach Heben des Sicherheitsventils g ins Freie.

46*

Über die Einwirkung erhöhter, rasch wechselnder Temperaturen auf den menschlichen Organismus vergl. Abschn. I, S. 131. Die Schädigungen, denen die Arbeiter dadurch ausgesetzt sind, kann man nur dadurch, wenn auch nie vollkommen, beseitigen, dass man die Hüttenräume bei guter Ventilation möglichst gegen Zugluft schützt, dass man zwischen den Feuerungen und der Hüttenwand hinreichenden Abstand lässt, dass sich die Arbeiter den erheblichsten Einwirkungen der Hitze bequem und oft entziehen können, und dass man letzteren die Möglichkeit bietet, die Bedürfnisanstalten und die Ankleide- und Waschräume zu erreichen, ohne dass sie grossen Temperaturwechseln oder der Zugluft ausgesetzt sind. Die strahlende Hitze kann durch zweckmässig angebrachte Schutzschirme wesentlich gemildert werden.

Die Art der Einwirkung des grellen Lichtes, welchem die Ofenarbeiter ausgesetzt sind, ist noch wenig erforscht. Das aus den Flammen und den geschmolzenen Massen oft plötzlich im Übermaass ausstrahlende Licht blendet nicht nur und giebt unmittelbar zu Unfällen Anlass, sondern es wirkt auch bei längerem Einwirken auf die Sehnerven schädigend ein, und kann ernstliche Augenleiden verursachen (vergl. Abschn. I, S. 130).

Die bei den hüttenmännischen Prozessen sich entwickelnden Gase, Dämpfe und der Flugstaub, welche Produkte zusammengefasst als Hüttenrauch bezeichnet werden, enthalten viele, je nach der Art des Prozesses verschiedene Substanzen, die ihre Wirkungen sowohl auf die Hüttenarbeiter wie auch auf die Umgebung der Hütten in mehr oder weniger erheblicher Weise äussern.

Bei den meisten Hüttenprozessen enthält der Hüttenrauch als dampf- und gasförmige Bestandteile — abgesehen vom Wasserdampf — hauptsächlich Kohlensäure, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe, schweflige Säure und Schwefelsäure. Bei einzelnen Prozessen bilden sich daneben Salzsäure, flüchtige Jod- und Bromverbindungen, flüchtige Arsenverbindungen, Schwefelwasserstoff u. a. m. Die festen Bestandteile des Hüttenrauches werden Flugstaub genannt. In demselben sind so gut wie alle Bestandteile der verhütteten Erze, der Zuschläge und des Ofenmaterials enthalten. Zum Teil sind diese Bestandteile mechanisch mitgerissen und unverändert, zum Teil sind sie chemisch verändert. Sämtliche Bestandteile des Flugstaubes sind schon in ihrer Eigenschaft als Staub, die meisten auch infolge ihrer chemischen Beschaffenheit schädlich und belästigend.

Man hat früher wohl den Hüttenrauch achtlos in die Hüttenräume und in die Umgebung entweichen lassen. Dies geschieht jetzt nur noch ausnahmsweise. Die Vorkehrungen, durch welche der Hüttenrauch ganz oder zum Teil kondensiert oder aufgefangen wird, haben sich verhältnis-

mässig leicht in die Praxis eingeführt, weil die so gewonnenen Produkte mit Vorteil verwertet werden können. Hauptsächlich kommen dabei die im Hüttenrauch enthaltenen Säuren des Schwefels und in erster Linie die schweflige Säure in Betracht. Sie entstehen vorwiegend beim Rösten der geschwefelten Blei-, Zink- und Kupfererze, sowie der Blei- und Kupfersteine. Sinkt der Gehalt der abziehenden schwefligen Säure unter 6 %, so ist die Verwertung derselben in der Art, wie sie bei der Schwefelsäurefabrikation (vergl. Abschn. XIII) üblich ist, nicht mehr möglich. Dieser Fall tritt namentlich beim Rösten der Bleierze und des Bleisteins ein. Es müssen dann andere Verfahren angewendet werden, die einesteils darin bestehen, dass man die schweflige Säure zuvörderst anreichert, um sie zur Schwefelsäurefabrikation benutzen zu können, oder die darauf abzielen, die schweflige Säure in anderer Weise (durch chemische Bindung) unschädlich zu machen.

Das älteste und einfachste Verfahren, geringere Mengen schwefliger Säure möglichst unschädlich abzuführen, besteht darin, dass man dieselbe durch etwa 80—100 m hohe Schornsteine oder durch lange, bergaufführende Kanäle, die in Schornsteine ausmünden, ableitet. Wirksamer und besser sind die jetzt gebräuchlichen chemischen Bindungen dieses Gases. Von den gebräuchlichen Verfahren seien hier folgende genannt:

Das Verfahren von Kosmann (D. R.-P. No. 13123) besteht in der Verwendung von Schwefelcalcium. Durch Übergiessung desselben mit Wasser wird eine Lauge hergestellt, die mittels Wasserdampfes in Kammern oder Kanäle eingeführt wird, durch welche die Röstgase abziehen. Die Gase erfahren hierbei keine Abkühlung, vielmehr wird durch den eintretenden Dampf die Expansion des Gasgemenges erhöht und dessen Beweglichkeit gefördert, auch wird durch den einhüllenden Wasserdampf die Entzündung des sich entwickelnden Schwefelwasserstoffgases oder des sich in statu nascendi abscheidenden Schwefels verhindert. Der bei der Neutralisation der in den Röstgasen enthaltenen schwefligen Säure statthabende chemische Vorgang wird durch folgende Formeln ausgedrückt:

$$2\,SO_2 + CaH_2S_2 + 2\,H_2O = 2\,S + H_2S + (CaSO_4 + 2\,H_2O)$$

$$2\,H_2S + SO_2 = 3\,S + 2\,H_2O$$

Das Endresultat kann zusammengefasst werden in die Gesamtformel:

$$5\,SO_2 + 2\,CaH_2S_2 + 2\,H_2O = 7\,S + 2(CaSO_4 + 2\,H_2O).$$

Es werden mithin auf 100 Centner schwefliger Säure 66,15 Centner Calciumsulfhydrat verbraucht, zu dessen Darstellung 158 Centner Gips erforderlich sind. Der sich abscheidende Schwefel wird aus dem Gemenge durch überhitzte Dämpfe extrahiert[1]), und der Gips bleibt zurück, um in den Kreislauf der vorstehend beschriebenen Operationen nach Bedarf zurückzukehren.

Zur Darstellung des Schwefelcalciums eignet sich wegen der Billigkeit die Gipsschlämme, welche bei der Entsäuerung der Grubenwässer mittels Einrühren von Kalkhydrat erzeugt wird. Schwefelcalcium wird aus der Gipsschlämme durch Glühen mit Staubkohle unter Luftabschluss gewonnen.

[1]) Chemikerzeitung 1879, No. 41.

Andere Verfahren, um die zu direkter Schwefelsäuregewinnung nicht geeignete schweflige Säure unschädlich zu machen, beruhen auf Anwendung von Kalkmilch (Kalkmilchberieselung in Absorptionstürmen auf der Reckehütte zu Rosdzin in Oberschlesien[1]), Schwefelwasserstoff und Schwefelbaryum, kohlensauren Kalk enthaltenden Mineralien (Blaufarbenwerke in Schneeberg), Magnesia und Thonerdehydrat (Precht), Schwefelnatrium (Schneeberg) u. a. m. Nach anderen Methoden wird das Gas mit Wasser aus dem Hüttenrauch ausgewaschen, zu welchem Zweck man mit Wasser berieselte Kokstürme, Zerstäubungsvorrichtungen aller Art, Dampfstrahlgebläse, Rührwerke und andere mechanische Vorrichtungen, allein und in Verbindung mit chemischen Methoden, verwendet. Als besonders günstig für die Absorption der schwefligen Säure wird die Einführung der Gase in das Waschwasser unter Druck bezeichnet (Rössler). Schröder und Hänisch kühlen die Röstgase zunächst möglichst ab und waschen sie dann mit Wasser, welches bei genügender Anreicherung mit schwefliger Säure weiter verarbeitet werden kann. Fleitmann verzichtet auf Nutzbarmachung der schwefligen Säure und leitet die Rauchgase gemengt mit atmosphärischer Luft durch einen Schachtofen, in welchem sich Eisenoxyd und Kohle befinden. Es bildet sich Schwefeleisen. Winkler absorbiert mit feuchten Eisenblechabfällen, Oppler vermittels Briketts aus Braunkohle oder Torf mit verschiedenen Zuthaten[2]).

Über die schädlichen Einwirkungen der schwefligen Säure auf den menschlichen Organismus s. Abschn. I, S. 103. Zum Schutz der Hüttenarbeiter und besonders der Gichtarbeiter, welche schwer unter den Einwirkungen dieses Gases zu leiden haben, sind — in Verbindung mit den vorstehend beschriebenen Verfahren zur Unschädlichmachung dieses Gases — Vorrichtungen erforderlich, die das freie Entweichen in die Hüttenräume verhüten. Da diese Vorrichtungen auch andere sich gleichzeitig bildende Gase und Dämpfe abfangen sollen, so werden dieselben im folgenden bei den einzelnen Fabrikationsprozessen noch näher erörtert werden.

Die giftigen Eigenschaften der schwefligen Säure kommen für die Nachbarn der Hütten weniger in Betracht, immerhin wirkt sie bei entsprechender Windrichtung trotz ihrer Verdünnung auch für diese lästig. Auf die Vegetation wirkt die schweflige Säure aber immer verderblich, und selbst auf weite Entfernungen ist sie imstande, Wälder und Felder zu verwüsten und unfruchtbar zu machen. Es ist daher von höchster Wichtigkeit, die erzeugten Mengen schwefliger Säure in der einen oder der anderen Art unschädlich zu machen.

Die zweite Stelle unter den schädlichen Gasen des Hüttenrauches nimmt das Kohlenoxyd ein. Es ist oft, namentlich in den Hochofengasen, in grossen Mengen vorhanden. Die Schädlichkeit dieses Gases macht sich fast lediglich für die Hüttenarbeiter und nur in geringem

[1]) Amtliche Mitteilungen 1878, S. 153 ff.

[2]) Dammer, Handwörterbuch der öffentlichen und privaten Gesundheitspflege, S. 377. Stuttgart 1891.

Maasse für die Anwohner der Werke geltend. Die Einatmung von Kohlenoxyd bedingt tödliche Vergiftungen (vergl. Abschn. I, S. 111). Die Mittel, das Ausströmen zu verhüten, sind zweckmässig konstruierte Gichtverschlüsse und die Abführung und Verwertung für Heizzwecke. In derselben Weise gelangen auch die anderen brennbaren Gase (Kohlenwasserstoffe u. s. w.) zur Verwendung.

Die übrigen im Hüttenrauch enthaltenen Gase bieten unmittelbar kaum Gefahren, da sie meistens nur in geringen Mengen vorkommen. Ihre Unschädlichmachung durch Verbrennung ist jedoch stets anzustreben.

Der Flugstaub, welcher in jedem Hüttenrauch vorhanden ist, erweist sich sowohl für die Hüttenarbeiter wie für die Anwohner der Hütten als lästig und verderblich, und seine Beseitigung wird daher zur dringenden Notwendigkeit. Neben den üblen Eigenschaften, die jeder Staubart eigen sind, wird der Flugstaub des Hüttenrauches durch die in ihm enthaltenen Arsen-, Blei-, Zink-, Antimon-, Quecksilberverbindungen und dergleichen gefährlich und übt, wenn er frei entweichen kann, als fein verteiltes Gift auf die in der Hütte beschäftigten oder in benachbarten Wohnungen lebenden Menschen einen oft sehr nachhaltigen Einfluss aus und führt Erkrankungen akuter oder chronischer Art herbei. Vorkehrungen zur Verdichtung des Flugstaubes (Flugstaubkondensatoren, Staubfänge, Staubkammern, Giftfänge) sind daher in den meisten Hütten ein dringendes hygienisches Erfordernis. Oft lassen sich diese Vorkehrungen mit den zur Kondensierung der schädlichen Gase zu treffenden Einrichtungen verbinden.

Die Apparate zum Auffangen des Flugstaubes sind entweder Kammern oder Kanäle, in denen sich die durchströmenden Gase und Dämpfe möglichst abkühlen können und in welchen ihnen möglichst grosse Oberflächen geboten werden, an welchen sich die Kondensationsprodukte festsetzen können. Grosse Räume wirken erfahrungsmässig weniger vorteilhaft als grosse Kondensationsflächen; letztere leisten, selbst wenn sie ganz der Richtung des Zuges entsprechen, mehr als Zughemmung und Brechung des Gasstromes. Eine vollständige Kondensation ist jedoch nie zu erreichen, weil der erforderliche Luftzug unterhalten werden muss, durch welchen immer noch Teilchen mitgerissen werden.

Die vorhandenen Vorkehrungen kann man in zwei Gruppen teilen: Die eine Art bestrebt sich, das Ziel unter Mitbenutzung von Wasser zu erreichen, bei der anderen Art werden dem Gasstrom nur trockene Räume oder Wandflächen geboten. Letzteres System ist demnach als Oberflächenkondensation anzusehen, wobei Wasser eventuell nur als Sperrflüssigkeit dient. Die Niederschlagung des Staubes durch Wasser führt nur selten zum Ziele, weil derselbe fast unbenetzbar ist.

Zu den Kondensatoren der erstgenannten Art gehörigen beispielsweise die folgenden: Der in Pontgibaud benutzte Kondensator (Ventilator mit Brause und anschliessenden Kondensationskammern), der von Stockoe angegebene, zu Wensleydale in

Yorkshire aufgestellte Apparat, der Griffith'sche Kondensator und die zu Eggleston Mill bei Alston in Cumberland eingerichtete Kondensation[1]).

Zu der zweiten Art der Kondensatoren, den eigentlichen Flugstaubkammern, gehören: Der auf den Werken der Richmond und Eureka Co. zu Eureka aufgestellte Kondensator, die Kondensation auf Waterman Works bei Stokton (Utah), der Kondensator von Hering, die auf der Bleihütte bei Ems zur Gewinnung des Flugstaubes getroffenen Einrichtungen (System Freudenberg)[1]), die von L. Eisenhuth[2]) angegebene Flugstaub-Ablagerungsvorrichtung u. a. m.

Hochofenbetrieb. Im Hochofenbetriebe können folgende Vorkommnisse und Arbeiten Schädigungen für die Arbeiter herbeiführen:[3])

1. Durchbrüche des Gestells. (Schwere Verbrennungen durch das dabei ausfliessende Eisen und ausfliessende Schlacken.)
2. Explosionen durch unvermutete Berührung der flüssigen Massen mit Wasser. (Bildung von Knallgas.)
3. Plötzliches Niedergehen des „hängenden“ Ofeninhalts.
4. Austretende Gase beim Abstich und beim Schlackenlauf, sowie durch undichte Fugen des Schachtes.
5. Reinigungsarbeiten im Schachtinnern. (Beseitigung des Zinkschwamms.)
6. Einatmung der Gichtgase.
7. Explosionen in der Gasleitung.
8. Reinigungsarbeiten in den Gasleitungen.
9. Verspätete Zündungen bei Verwendung des Gichtgases zu Heizungszwecken.
10. Transport der Schlacken.
11. Granulation der Schlacken.

Die Durchbrüche des Gestells entstehen entweder dadurch, dass das feuerfeste Mauerwerk durch mechanischen und chemischen Verschleiss abgenutzt wird, dass die Wasserkühlung des Gemäuers fehlerhaft angelegt ist oder versagt, oder dass sich das flüssige Eisen durch schlecht gedichtete Fugen einen Weg durch die Sohle des Heerdes bahnt, dann vermöge seines grösseren spezifischen Gewichtes Bodensteine aushebt und so weiter bis zu Stellen vordringt, wo kein genügender Widerstand gegen Durchbruch vorhanden ist.

Um den Durchbrüchen nach Möglichkeit zu begegnen, muss bei

[1]) Vergl. Balling, Die Metallhüttenkunde, S. 18—23. Berlin 1885. — Heinzerling, Die Gefahren und Krankheiten in der chemischen Industrie und die Mittel zu ihrer Verhütung und Beseitigung, I. Bd., S. 18—40. Halle 1887.

[2]) Zeitschrift für Gewerbehygiene etc. 1895, S. 114.

[3]) Zollenkopf, Die Gefahren des Hochofenbetriebes. Zeitschrift der Zentralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen 1894, S. 125.

neuen Ofenanlagen dem Heerdmauerwerk vor allem eine ausreichende Verankerung gegeben werden. Die Dortmunder Union hat, um Durchbrüchen wirksam vorzubeugen, das Gestell des Hochofens mit einem geschlossenen Ring von hohlen, aus Bronze hergestellten Kästen umgeben, in welchen, um dieselben kalt zu erhalten, beständig ein Wasserstrom umläuft[1]). Die Kühlung des Ofengestells mit „geschlossenem Wasser", d. h. Kühlung durch verdeckt im Mauerwerk liegende Wasserrohre ist nicht empfehlenswert, da sich das Wasser wegen der hohen Hitze in den Rohren zersetzen und die Kühlung aufhören kann. Es ist daher besser, mit „offenem Wasser" zu kühlen, d. h. das Mauerwerk aussen zu berieseln und das Wasser in einer aussen um den Ofen laufenden Gosse aufzufangen und abzuführen. An dünngewordenen Stellen, wo in der Regel nicht berieselt wird, ist während des Betriebes Wasserberieselung anzuwenden, weil hierdurch bewirkt wird, dass sich an der Innenwand eine Eisenkruste ansetzt, die vor der Gefahr des Durchbruches Schutz gewähren kann. Der Gefahr des Aushebens von Bodensteinen sucht man durch Bildung möglichst enger Fugen, sowie durch eine Lagerung der Steine, die dem Ausheben Widerstand entgegensetzt, zu begegnen.

Wenn Eisen und Schlacken abfliessen und plötzlich mit Wasser in Berührung kommen, bildet sich Knallgas und entstehen Explosionen, die durch das Umherschleudern der feurig-flüssigen Massen besonders gefährlich sind. Wenn das flüssige Eisen mit dem Wasser in geschlossenen Räumen (Kanälen, Röhren u. dergl.) zusammentrifft, so werden die Explosionen ganz besonders unheilvoll, weil dann feste Sprengstücke entstehen und die Wirkung auf grössere Entfernungen ausgedehnt wird.

Bei der Anlage und dem Betriebe von Hochöfen ist demnach darauf zu achten, dass die Möglichkeit des Zusammentreffens von flüssigem Eisen und Wasser möglichst verhütet wird. Die Explosionen, die beim regelrechten Abstich in der Giesshalle entstehen können, sind dadurch zu vermeiden, dass, sofern das Giessbett aus eisernen Coquillen besteht, ein Dach über demselben zum Abhalten atmosphärischer Niederschläge angebracht wird und dass jedem Abstich eine sorgfältige Trocknung aller feuchten Stellen vorhergeht. Besteht das Giessbett aus Sand, so muss jedesmal eine genügende Auflockerung bewirkt werden, damit die Ansammlung grösserer Wassermengen vermieden und ein leichtes Entweichen der entstehenden Wasserdämpfe befördert wird.

Am gefährlichsten sind die Explosionen, wenn die Berührung von flüssigem Eisen mit Wasser im Heerdinnern stattfindet. In das Heerdinnere

[1]) Specht, Bericht über die Deutsche Allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung II. Bd., 1. Hälfte, S. 8. Berlin 1891.

kann nicht unter Druck stehendes Rieselwasser gelangen, wenn im Ofeninnern kein Druck herrscht, ebenso kann trotz des im Innern herrschenden Druckes das meist unter höherem Druck als dem Gebläsewinddruck stehende Kühlwasser der Wind- und Schlackenformen und der zugehörigen Formkästen in den Heerd gelangen, wenn an denselben eine Fehlstelle entstanden ist. Zur Beseitigung der hierdurch entstehenden Gefahren müssen die bezeichneten, mit Wasser zu kühlenden Armaturen nach jedem Abstich untersucht und nötigenfalls sofort ausgewechselt werden. Die Mündungen ihrer Kühlwasserausflussrohre sind sichtbar anzulegen, damit sie ständig beobachtet werden können.

Um nach dem Abstich eine Beobachtung des Ofeninnern in Bezug auf Eindringen von Wasser zu ermöglichen, werden die Düsenstöcke mit Schaulöchern versehen, die sich öffnen lassen. Diese Schaulöcher dienen zugleich dem weiteren Zweck, dass nach der zum Stopfen des Stichloches meist notwendigen Abstellung des Gebläsewindes ein Rücktritt der gespannten Ofengase in die Düsenstöcke und weiter in die Windleitung und damit Explosionen vermieden werden. Diese Einrichtung entspricht demnach der S. 723 beschriebenen Einrichtung zur Verhütung von Ofengasexplosionen.

Die in den Düsenstöcken angebrachten Öffnungen haben noch den weiteren Zweck, sobald ein hängender Ofeninhalt plötzlich niedergeht, den dadurch in Rost und Gestell entstehenden Druck, welcher unter Umständen explosionsartig wirkt, Austritt zu gewähren. Das Hängen der Gichten ist für die Gichtarbeiter insofern gefährlich, als bei dem plötzlichen Niedergehen der Gichthut gehoben wird und austretende Flammen und glühende Massen den Arbeitern auf der Gichtplattform Verbrennungen beibringen können. Es ist demnach ratsam, dass in den Fällen, wo ein Hängen der Gichten in den Hochöfen eintritt und deren baldiges Niedergehen zu erwarten steht, die Gichtarbeiter die Plattform verlassen oder sich in eine geeignete Schutzhütte zurückziehen.

In der Hermannshütte bei Neuwied a. Rh. wird das Niedergehen der Gichten bequem und gefahrlos kontrolliert, indem durch die die Gicht abschliessenden Trichter Messstangen gesteckt sind[1]).

Die beim Abstich und beim Schlackenlauf aus dem Heerde austretenden Gase sind für die Arbeiter meist gefährlicher als die Gichtgase, weil sie reicher als diese an Kohlenoxyd, an schwefliger Säure, an Cyanverbindungen und an dampfförmigen Metallen (Blei und Zink) sind. Namentlich sind bei den oberschlesischen Hochöfen, die stark bleihaltige Brauneisenerze verhütten, mehrfach Bleivergiftungen durch die

[1]) Specht a. a. O. S. 8.

beim Abstechen auftretenden Bleidämpfe beobachtet worden[1]). Zur Beseitigung der nachteiligen Wirkungen dieser Gase ist es erforderlich, ihnen freien und raschen Abzug zu ermöglichen. Die älteren Anlagen, die massiges Rauhgemäuer mit tiefen Nischen (zum Zweck der Unterstützung der Gichtplattform) aufweisen, entsprechen dieser Forderung am wenigsten. Zweckmässiger sind solche Anlagen, bei denen der Ofenschacht frei steht und die Gichtplattform durch eisernes Gitterwerk getragen wird. In jedem Falle ist die Möglichkeit zu schaffen, dass frische Luft leicht zum Ofengestell gelangen kann; ferner ist es nötig, dass die Giesshallen hoch und luftig gebaut werden und dass der Abstich hoch gelegt wird. Die hohe Lage des Abstiches hat nicht nur den Vorteil einer besseren Abführung der beim Abstich auftretenden Dämpfe und Gase, sondern ermöglicht auch eine gute und gefahrlose Schlackenabfuhr.

Die freie Lage und Zugänglichkeit des Schachtes gewährleistet ferner die notwendige Kontrolle der Verankerungen und das Dichten der Fugen, durch welche Gas ausströmt. Letzteres kann für die Gichtarbeiter sehr belästigend wirken. Ausserdem wird das rechtzeitige Erkennen einseitiger Schachtausfressungen und die Beseitigung der hierdurch drohenden Gefahren sehr begünstigt.

Die Reinigungsarbeiten im Innern des Schachtes, die z. B. bei zinkhaltiger Beschickung in der zeitweisen Beseitigung des Zinkschwammes bestehen, werden in der Regel in der Weise ausgeführt, dass der Ofen möglichst niedergeblasen und Arbeiter unter den erforderlichen Schutzmaassregeln von der Gicht aus mit Werkzeugen in das Ofeninnere hinabgelassen werden. Da diese Arbeit nicht nur anstrengend, sondern auch gesundheitsschädigend ist, so sollte sie nicht geduldet werden, um so mehr, da es durch Anbringung von Schachtöffnungen, deren Füllungen leicht entfernt werden können, möglich ist, die Arbeit von aussen verrichten zu lassen.

Den Gichtarbeitern ist in erster Linie das Gichtgas gefährlich. Es setzt sich der Hauptsache nach aus Stickstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd und Wasserdampf zusammen. Am gefährlichsten ist der Gehalt an Kohlenoxyd; wird das im allgemeinen brennbare Gichtgas zur Verbrennung gebracht, so ist die hauptsächlichste Gefahr für die Arbeiter beseitigt. Oft ist das Gichtgas schwer entzündlich; immerhin muss stets versucht werden, das der Gicht entströmende Gas sofort zu entzünden, zu welchem Zweck auf der Plattform stets ein eiserner Korb mit brennendem Koks bereit zu halten ist. Die Gichtplattform muss ferner möglichst geräumig angelegt werden, und auf derselben ist eine Schutzbude

[1]) Amtliche Mitteilungen 1877, S. 149; 1880, S. 72; 1890, S. 101.

in möglichst weiter Entfernung von der Gichtöffnung anzubringen. Dieselbe ist drehbar anzuordnen, oder der Eingang muss an einer der Gichtöffnung abgekehrten Seite liegen. Die Plattform mit geschlossenen Seitenwänden oder mit einem Dach zu versehen, ist nicht empfehlenswert, da es im Interesse der Arbeiter ratsamer ist, den Gasen ungehinderten Abzug zu verschaffen, als einen Wetterschutz zu schaffen.

Das der Gicht unter Druck entströmende Gas wird durch Rohre abgeführt und den Verbrauchsstellen (Winderhitzern, Kesseln, Röstofen u. s. w.) zugeführt. Der zwischen Gasableitungsrohr und Schachtwand freibleibende Raum dient zum Einbringen der Beschickung und wird in der Regel mit einem sogenannten Gichtverschluss (Parry'schem Trichter, Gichtverschluss von Schlink und Frew[1])) versehen. Gichtverschlüsse sind dann nicht unbedingt zweckmässig, wenn die Beschickung Neigung zum Hängen hat. Bei plötzlichen Niedergängen wird ein starker Druck hervorgebracht, dem ein Gichtverschluss nicht den erforderlichen Durchlass gewährt. Auch die Explosionsklappen in dem Gasführungsrohr sind für derartige Fälle nicht ausreichend. Offene Gichten oder nachgiebige Verschlüsse lassen in diesem Fall ein Auspuffen zu, welches höchstens mit einer teilweisen Entleerung des Ofeninhalts verbunden ist.

Der Gewerbeaufsichtsbeamte für Braunschweig stellt in seinem für das Jahr 1880 erstatteten Bericht[2]) folgende Bedingungen auf, um die die Gichten bedienenden Arbeiter nach Möglichkeit vor den Einflüssen der Gichtgase zu schützen:

1. Geschlossene Plateaueinfassungen sind unstatthaft.
2. Die glühenden Koksstücke zum Entzünden der Gase sollen entweder vor Anhub der Glocke auf den Rand des Trichters gelegt werden und so von selbst in den Ofen hineinfallen, oder aus grösserer Entfernung in den Ofen hineingeworfen werden.
3. Möglichst schnelle Chargierung des Ofens.
4. Genaue Instruktion der Gichtaufgeber, wie sich diese im allgemeinen zu verhalten haben und was im besonderen zu thun ist, wenn jemand infolge von Gaseinatmung betäubt wird. (Den Betäubten in frische Luft bringen; Waschungen von Kopf und Brust mit kaltem Wasser; Einflössen von Wasser, welches einige Tropfen Ammoniak enthält; Riechen auf konzentrierter Ammoniaklösung; energisches Anrufen.)
5. Sorgfältige und möglichst häufige Kontrolle der Gichtaufgeber.

Explosionen in der Gasleitung entstehen, wenn in die Gasleitung Luft eintritt. Die Möglichkeit des Luftzutritts liegt zunächst beim Öffnen der Gichtverschlüsse vor, falls die Beschickung so tief gesunken ist, dass die Mündung des Gasrohres frei geworden ist. Zur Verhütung von Explosionen muss dann die in dem höchsten Punkt der Gasleitung befindliche Klappe geöffnet werden, durch welche das Gemisch von Luft

[1]) Heinzerling a. a. O. S. 138 u. folgende.

[2]) Amtliche Mitteilungen 1880, S. 170.

und Gas hinausbefördert wird. Ausserdem muss die Gasabführung durch Absperren der in der Gasleitung vor den Verbrauchsstellen befindlichen Schieber sofort eingestellt werden. Luft kann in die Gasleitung auch dann einströmen, wenn der vom Gebläsewind des Ofens herrührende Überdruck des Gases aus der Leitung verschwindet und die Schornsteine eine saugende Wirkung ausüben. Hierdurch werden in der Regel Explosionen herbeigeführt, die aber gefahrlos verlaufen, wenn in der Leitung eine ausreichende Anzahl zweckmässig eingerichteter Explosionsklappen angebracht ist. Haben diese Explosionsklappen ihren Zweck erfüllt, so müssen sie sofort wieder durch Lehmverstrich oder in anderer Weise gedichtet werden, um Wiederholungen der Explosion zu verhüten. Die Gasleitungen müssen daher begehbar und durch Geländer geschützt sein. Bei der Arbeit des Dichtens können die Arbeiter durch ausströmendes Gas gefährdet werden.

Fig. 711.

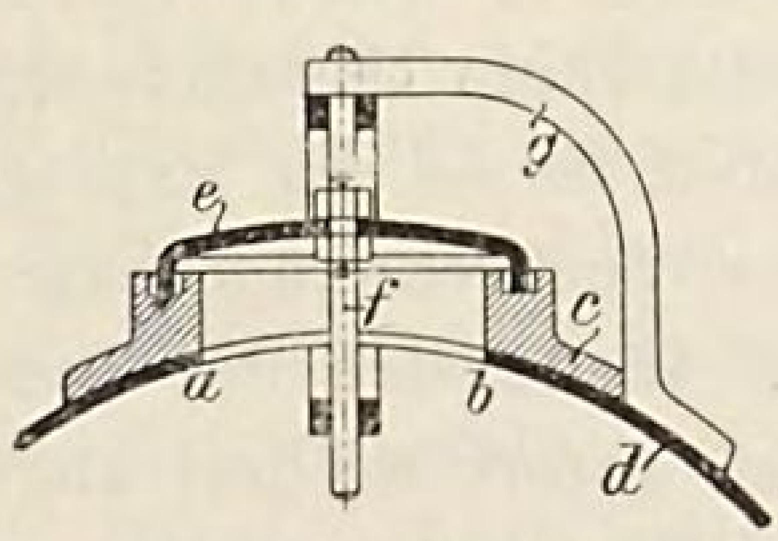
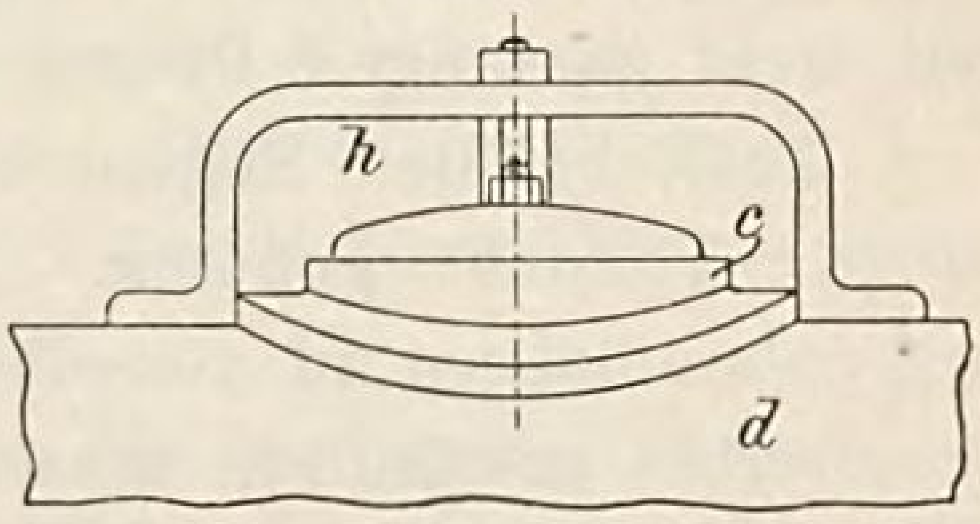


Fig. 712.



Lürmann'sche Explosionsklappe für Gasleitungen der Hochöfen.

In Fig. 711 und Fig. 712 ist die von Fr. W. Lürmann in Osnabrück angegebene Explosionsklappe abgebildet. Auf das Gasrohr d ist der mit einer Verschlussrinne versehene Gussring c genietet, welcher die Öffnung ab des Rohres umschliesst und mit der Explosionsklappe e verschlossen ist. Letztere besteht aus Kesselblech, ihr Rand ist umgebörtelt und greift in den Falz des Ringes; die Dichtung geschieht mittels feinen Sandes. In der Mitte der Klappe ist die Stange f angebracht, die in den Bügeln g und h geführt wird, von denen ersterer gleichzeitig zur Hubbegrenzung dient.

Eine weitere Ursache für Verunglückungen bei Hochofenanlagen bilden die Reinigungsarbeiten in den Gasleitungen, welche die Gichtgase zu den Regeneratoren und zu den Dampfkesselfeuerungen leiten. Der von den Gasen mitgerissene Flugstaub besteht teils aus übergerissenen Teilchen der Beschickung (Koks-, Erz- und Kalkteilchen), teils aus sublimierten Produkten des Ofeninhalts (Zink-, Alkali und anderen Verbindungen). Das Gas wird nach den bereits erwähnten Methoden von Flugstaub gereinigt. Der niedergeschlagene Staub wird aus der Leitung möglichst fortlaufend durch Öffnen von Sammeltrichtern entfernt. Bei Betriebsstillständen ist jedoch eine gründlichere Reinigung erforderlich. Früher wurden zu diesem Zweck Arbeiter mit Werkzeugen in die Leitungen hineingeschickt. Da aber eine vollständige Entfernung des Gases durch Lüftung während einer kürzeren Betriebspause nicht möglich ist und der Flugstaub verhältnismässig bedeutende Mengen der erstickend wirkenden Gase absorbiert, so waren bei den Reinigungs-

arbeiten schwere Unfälle ziemlich häufig. Gegenwärtig sind wohl alle Gasleitungen so eingerichtet, dass sie von aussen gereinigt werden können[1]).

Es ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die Gase, welche in den Regeneratoren ihre Wärme abgegeben haben, durch Schornsteine abgeführt werden, die die Gichtplattform um ein beträchliches überragen, damit die Gichtarbeiter nicht auch von dieser Seite Belästigungen ausgesetzt sind.

An den Stellen, wo Gichtgase zu Heizungszwecken verwendet werden, bedingt die zu späte Entzündung des einströmenden Gases Gefahren. Bei kontinuierlicher Heizung, z. B. unter den Dampfkesseln, muss das Gas stets — namentlich wenn periodische Unterbrechungen der Gaszuführung eintreten — über einen Rost geleitet werden, auf dem ein Kohlenfeuer unterhalten wird. Man hat statt dessen auch Kammern nach dem Regenerativsystem vorgebaut, in denen das Gas- und Luftgemenge bei nicht zu langen Pausen stets seine Entzündungstemperatur vorfindet.

Auch bei den Regeneratoren ist — um Explosionen zu verhüten — grösste Vorsicht geboten. Der Verbrennungsraum ist zur Beobachtung mit Schaulöchern zu versehen. Wenn sich das Gas beim Einlassen nicht von selbst entzündet, muss es sofort wieder abgestellt und an einem glühenden Draht oder in anderer Weise zur Entflammung gebracht werden.

Die Beseitigung der Schlacken hat verschiedene Schädlichkeiten im Gefolge. In der Regel wird die Schlacke in eiserne Hauben abgelassen, die mit ihrem Inhalt auf Kippwagen zur Schlackenhalde befördert werden. Da in der Regel kein Platz vorhanden ist, um die Schlacke vor dem Transport gehörig abkühlen zu können, kommt es häufiger vor, dass durch die Erschütterungen beim Abfahren oder durch die im Innern der Blöcke auftretenden Gasspannungen die Blöcke bersten, was schwere Verbrennungen durch die ausfliessende Schlacke zur Folge haben kann.

In manchen Werken wird die Schlacke einer Granulation unterzogen, indem die flüssige Schlacke in Wasser abgelassen wird. Hierbei können durch gleichzeitiges Mitlaufen von Eisen gefährliche Explosionen entstehen. Ferner entwickeln sich bei dem Granulationsprozess Gase, insbesondere Schwefelwasserstoff, die den Arbeitern lästig fallen. Zur Vermeidung des letztgenannten Übelstandes empfiehlt es sich, die Arbeitsstelle möglichst freizulegen, damit frische Luft ungehindert zuströmen kann, auch müssen besondere Dampffänge über der Granulationsstelle angebracht werden. Die Gutehoffnungshütte in Oberhausen

[1]) Eine Einrichtung der Georgs-Marienhütte bei Osnabrück, welche die Reinigung horizontaler Leitungsrohre mittels einer von aussen zu bedienenden Transportschnecke ermöglicht, ist im Jahresbericht 1892, S. 195, beschrieben.

führt die bei der Schlackengranulierung entstehenden giftigen Dämpfe durch eine Holzlutte bis über die Gichtplattform ab.

Bei der Granulation der Schlacke können die sich entwickelnden Gase und Dämpfe Belästigungen auch für die Umgebung hervorrufen, ferner werden die Abwässer durch die aufgenommenen feinsten Granalien und die in Lösung übergegangenen Stoffe für den Fischbestand schädlich, indem der im Flusswasser gelöste Sauerstoff durch den Schwefelwasserstoffgehalt der Abwässer zur Oxydation verbraucht und den Fischen entzogen wird oder auch die Kiemen derselben durch die Schlackengranalien verletzt werden[1]).

Stark basische Schlacken zerfallen auf den Halden durch den Einfluss der Atmosphärilien zu einem scharfkantigen feinen Staube, der, vom Winde fortgetragen, der Nachbarschaft infolge seiner ätzenden Wirkung höchst unangenehm werden kann.

Bleihütten. Das Blei wird vornehmlich auf trockenem Wege in Heerden, Flamm- und Schachtöfen gewonnen. Die Bleigewinnung auf nassem Wege durch Extraktion und auf elektrolytischem Wege steht im allgemeinen noch im Stadium des Versuchs.

Das am häufigsten vorkommende der zur Bleigewinnung dienenden Erze ist der Bleiglanz, Galenit (PbS), mit 86,5 % Bleigehalt. Für die Verarbeitung dieses Erzes auf trockenem Wege kommen drei Methoden in Anwendung:

1. Die Niederschlagsarbeit, — die Zerlegung des Schwefelbleies durch Eisen.

2. Die Röstreduktionsarbeit, — ein reduzierendes Schmelzen nach vorhergegangener Erzröstung.

3. Die Röstreaktionsarbeit, — ein teilweises Abrösten des Schwefelbleies und Einwirkenlassen der Röstprodukte auf den noch unzerlegten Teil der Erze.

Die beiden ersteren Gewinnungsarten werden in Schachtöfen, die letztere in Heerden oder Flammöfen durchgeführt.

Bei der Gewinnung von Blei aus Bleiglanz in Heerd- und Flammöfen (Röstreaktionsarbeit) unterscheidet man: 1. Den Kärnthner (Flammofen-)Prozess; 2. den Amerikanischen (Heerdofen-)Prozess; 3. den Schottischen Prozess (Vereinigung von 1 und 2); 4. den Französischen Prozess (Vereinigung von Flamm- und Schachtofen).

Bei dem Flammofenprozess beruht die Gewinnung des metallischen Bleies auf dem Verhalten des Schwefelbleies zum Sauerstoff der Luft, indem sich Bleioxyd, schweflige Säure und gleichzeitig Bleisulfat bilden. Das anfänglich entstehende Blei-

[1]) Jahresberichte 1891, S. 270.

oxyd sowie das Bleisulfat wirken im weiteren Verlauf des Vorganges auf den unzersetzten Bleiglanz ein. Der Sauerstoff des Bleioxyds, sowie des Bleisulfalts oxydiert den Schwefel des noch unzersetzten Schwefelbleies zu schwefliger Säure, und aus allen drei Verbindungen scheidet sich das Metall ab.

Der in den Erzen enthaltene Schwefel entweicht bei diesem Vorgang in Form von schwefliger Säure und Schwefelsäure. Die Arbeiter sind den Einwirkungen des schädlichen Bleirauches in hohem Maasse ausgesetzt, und kommen insbesondere bei dieser Bleigewinnungsmethode sehr schwere Bleiintoxikationen vor.

Bei dem Heerdofenprozess (amerikanisches und schottisches Verfahren) zeichnen sich die zur Anwendung kommenden Heerde durch Einfachheit und verhältnismässig grosse Ergiebigkeit aus. Der Vorgang beruht im wesentlichen auf denselben Reaktionen wie beim Flammofenprozess.

Da den Heerden Gebläsewind zugeführt wird, so bedingt die offene Bauart der Heerde eine erhöhte Verflüchtigung des Bleies, und sind die Arbeiter noch mehr als bei dem Flammofenprozess den schädlichen Einwirkungen des Bleirauches ausgesetzt.

Die Niederschlagsarbeit wird gegenwärtig nur noch in wenigen Hütten (Oberharzer Hütten und einigen Hütten in Nordamerika) betrieben.

Die Niederschlagsarbeit verlangt bleireiche Erze mit erdigen Gangarten, geringem Silbergehalt und wenig fremden Schwefelmetallen. Das Verfahren wird nur selten in Flammöfen durchgeführt. Meistens werden Schachtöfen benutzt. Die Produkte der Niederschlagsarbeit sind Blei, Schlacke und Bleistein.

Ist die Beschickung der Öfen mit einem hinreichenden Zusatz von Eisen versehen, so entwickelt sich bei dem Schmelzen keine schweflige Säure. Da auch für eine sorgfältige Kondensation und Abführung des aus der Gicht entweichenden Flugstaubes und der entweichenden Dämpfe gesorgt werden kann, so kann die Niederschlagsarbeit zu einer für die Arbeiter verhältnismässig wenig gesundheitsschädlichen gestaltet werden. Für die Umgebung ist die eigentliche Niederschlagsarbeit mit keinen Belästigungen verknüpft, dagegen ist die Verarbeitung des Bleisteins (Abrösten) mit der Entwickelung von schwefliger Säure verbunden und kann für die Nachbarschaft sehr belästigend werden, sofern die schweflige Säure nicht (durch Verwendung zur Schwefelsäurefabrikation oder dergl.) unschädlich gemacht wird.

Bei der Röstreduktionsarbeit wird das Erz zunächst einer Röstung und hiernach das gewonnene Bleioxyd einem reduzierenden Schmelzprozess unterzogen.

Das Rösten der Erze geschieht in Haufen, Stadeln, Schachtöfen, Flammöfen oder in Muffeln. Beim Rösten in Haufen und Stadeln entweichen die Röstgase in die Luft und zerstören nicht nur im weiten Umkreise, namentlich in der Richtung der vorherrschenden Winde, die Vege-

tation, sondern verursachen auch für die Arbeiter erhebliche Belästigungen. Neben der sich entwickelnden schwefligen Säure und Schwefelsäure können bei hochsteigender Temperatur die leicht flüchtigen Metalle oder deren Verbindungen, insbesondere Schwefelarsen, arsenige Säure, Zink, Antimon u. s. w. in die Luft entweichen. Wegen der daraus erwachsenden Nachteile sollte diese Art der Röstung überhaupt nicht mehr geduldet werden. Das Rösten im Schachtofen (Kiln) wird nur für bleiärmere Erze angewandt. Gewöhnlich wird mit dieser Röstung die Gewinnung von Schwefelsäure verbunden. Besondere Arten von Röstöfen sind die Gerstenhöfer'schen Schüttöfen, die Öfen nach Hasenclever-Helbig, die Stetefeld'schen Öfen u. a. m.

Die Röstung in Flammöfen ist das gebräuchlichste Verfahren; sie kann kontinuierlich und diskontinuierlich erfolgen. Bei beiden Systemen kann sowohl die schweflige Säure als auch der Bleirauch durch entsprechende Vorrichtungen unschädlich gemacht werden. Bei den Flammöfen ohne kontinuierlichen Betrieb kommen als schädigend für die Arbeiter das Ein- und Ausbringen des Röstgutes, das Wenden und Durcharbeiten desselben, das Schüren der Feuerungen, der sich entwickelnde Staub, die schweflige Säure und die Hitze in Betracht. Bei Öfen mit kontinuierlichem Betrieb (Fortschaufelungsöfen) treten mehr oder weniger die gleichen Schädlichkeiten auf. Bei den Muffelöfen ist das Röstgut von den Feuergasen ganz abgeschlossen; diese Öfen eignen sich daher ganz besonders zur Verwendung der sich entwickelnden schwefligen Säure zur Schwefelsäurefabrikation.

Die weitere Verarbeitung des in den Röstöfen gewonnenen Röstgutes geschieht neuerdings fast ausnahmslos in Hochöfen, die meist über den Tiegel, seltener über den Sumpf zugestellt sind. Die Einrichtung der Hochöfen ist meistens so getroffen, dass mit dunkler Gicht gearbeitet wird und dass für Ableitung der Gase (nach den Flugstaubkammern) unterhalb der Gicht gesorgt ist. Die bei den Hochöfen arbeitenden Arbeiter sind dadurch gegen die Einwirkung der schädlichen Bleigase möglichst geschützt.

Neben der Gewinnung des Bleies aus Bleiglanz wird auch seine Gewinnung aus oxydierten Erzen und Hüttenprodukten betrieben. Erze, welche das Blei im oxydierten Zustande enthalten, sind der Cerussit (Weissbleierz), der Pyromorphit und Anglesit. Oxydische Hüttenprodukte, welche zur Bleigewinnung dienen, sind die Glätte, der Abstrich, Abzüge vom Raffinieren des Bleies und Heerd- und Bleischlacken. Zur Abscheidung des Bleies bedürfen diese Materialien nur der Reduktion, die in Schacht-, Flamm- und Heerdöfen vorgenommen werden kann.

Die Glätte wird beim Abtreiben des silberhaltigen Bleies gewonnen. Die Gewinnung des Bleies aus der Glätte nennt man das Glättefrischen oder auch Bleifrischen. Das Glättefrischen geschieht in Heerd-, Schacht- oder Flammöfen. Zu der

Glättereduktion im Heerde wird der schottische Bleiheerd oder auch der sibirische Frischheerd benutzt. Letzterer ist ein kleiner mit glühenden Kohlen gefüllter Kasten von Eisenblech, der vor die Glättgasse des Treibofens gestellt wird und in welchen die sich bildende Glätte direkt einläuft. Bei dem Durchfliessen reduziert sich dieselbe. Das Blei fliesst durch ein Auge am Boden des Ofens in eine Pfanne oder in einen Kessel ab.

Der zur Bedienung des Treibheerdes vor der Glättgasse stehende Arbeiter ist bei dieser Anordnung sehr von der Hitze und von den aufsteigenden Bleidämpfen belästigt und kann die nötigen Arbeiten im Treibheerde nur aus grösserer Entfernung vornehmen. Vom hygienischen Standpunkte ist diese Arbeitsweise (sibirische Methode) demnach sehr ungünstig und dürfte nicht gestattet werden. Das Glättefrischen im Schacht- und Flammofen ist für die Arbeiter weniger gefährlich.

Bei dem Vertreiben oder Raffinieren von stark antimonhaltigem Werkblei wird der grösste Teil des Antimons erst mit der schwarzen Glätte entfernt. Das reduzierende Schmelzen dieser schwarzen Glätte wird Hartbleifrischen genannt. Es geschieht in Schachtöfen.

Das Raffinieren des Bleies, und zwar sowohl des aus Erzen wie des durch Frischen aus der Glätte gewonnenen Bleies ist erforderlich, weil letzteres nie rein ist, sondern häufig neben Silber, kleine Mengen Eisen, Kupfer, Zink, Antimon, Arsen, Wismut, Nickel, seltener Zinn und Schwefel als Verunreinigungen enthält. Man reinigt das Blei durch Abschäumen, durch Saigern, durch Polen, durch teilweises Abtreiben mit oder ohne Windzuführung, durch Pattinsonieren, durch Zusammenschmelzen mit Zink und nachfolgende Reinigung durch Wasserdampf oder durch Elektrolyse.

Bei allen diesen Raffinierungsverfahren sind die Arbeiter mehr oder weniger den schädlichen Einwirkungen der bei der Verflüchtigung des Bleies entstehenden Dämpfe ausgesetzt; namentlich ist das Polen eine für die Arbeiter gefährliche und anstrengende Arbeit.

Was den Einfluss des Bleies und seiner Verbindungen auf den menschlichen Organismus betrifft, so kann hier auf den I. Abschnitt, S. 90 ff. verwiesen werden. Hinsichtlich der Beseitigung der bei der Verarbeitung des Bleiglanzes entstehenden schwefligen Säure und wegen der Kondensation des Flugstaubes verweisen wir auf die allgemeinen Bemerkungen zu Eingang dieses Abschnittes.

Den Einwirkungen der Blei- und der anderen schädlichen Dämpfe begegnet man am wirksamsten dadurch, dass man die Arbeiter von denjenigen Arbeitsstellen, an welchen sich die schädlichen Dünste entwickeln, möglichst fern hält oder die Apparate, welche Gefahren bedingen, so isoliert aufstellt und abschliesst, dass nur die an diesen Arbeitsstellen beschäftigten Arbeiter unter den Schädigungen zu leiden haben. Nächstdem ist es erforderlich, dass man die Dämpfe möglichst an ihrer Entstehungsstelle abfängt und durch geeignete Vorrichtungen so ableitet, dass für die Arbeiter keine Belästigungen und Gefahren

entstehen können. Schliesslich muss im Interesse der gefährdeten Bleihüttenarbeiter dahin gestrebt werden, die gefährlicheren Arbeitsprozesse aufzugeben und neue zur Einführung zu bringen, die ungefährlich oder weniger gefährlich sind. Es ist wahrscheinlich, dass durch Einführung der nassen und elektrolytischen Bleigewinnungsprozesse in dieser Richtung bedeutende Vorteile zu erzielen sind.

Was hinsichtlich der Vorkehrungen zur Ableitung der schädlichen Dämpfe und des Ausschlusses der Arbeiter bei gefährlichen Arbeiten geleistet werden kann, beweist das Vorgehen der Friedrichshütte in Oberschlesien. Dort wurde z. B. früher die aus dem Treibofen stammende Glätte von Hand gesiebt, wobei der sich entwickelnde giftige Glättestaub eingeatmet werden musste. Jetzt wird die Bleiglätte in einen unter der Hüttensohle liegenden, gewöhnlich mit einer Fallthür verschlossenen Trichter ausgestürzt und durch ein dicht umkleidetes Becherwerk der aus einer Misch- und Separationstrommel bestehenden, ebenfalls dicht ummantelten Siebvorrichtung zugeführt; Trommel und Becherwerk werden maschinell bewegt. Die Glätte fällt, nach Korngrössen geschieden, in Fülltrichter, die bis auf die Sohle des Packraumes reichen und mit Verschlusstrichtern versehen sind. Eine Gefährdung der Arbeiter durch den Glättestaub ist hierdurch so gut wie ausgeschlossen.

Über die Veranstaltungen, welche dieses Hüttenwerk zur Beseitigung der entweichenden bleihaltigen Dämpfe getroffen hat, berichtet der Gewerberat für den Regierungsbezirk Oppeln[1]) wie folgt:

„Sämtliche Öfen sind an einen grossen Ventilator angeschlossen worden, der die Dämpfe absaugt und in eine hohe Esse bläst, durch welche sie entweichen. Sowohl um die Ausführung der Arbeiten zu erleichtern, als auch vornehmlich um das Werk ohne Stillstand allmählich in den verbesserten Zustand überführen zu können, wurden alle in Frage kommenden Betriebseinrichtungen, Flammöfen, Schachtöfen, Entsilberung, Treibarbeit und Zinkhütte, in drei räumlich begrenzte Gruppen geteilt, die Absaugevorrichtungen jeder Gruppe unter sich verbunden und dann der gemeinsamen, nach dem Ventilator führenden Saugeleitung angeschlossen. Um die Gase, bevor sie in die Atmosphäre entlassen werden, von ihrem Bleigehalt zu befreien, wurde für jede der genannten Gruppen eine Kühl- und Niederschlagsvorrichtung ausgeführt, in welcher der grösste Teil des Blei- und Flugstaubes aufgefangen wird. Die Kühlvorrichtung besteht aus einem Turm, in welchem eine grosse Anzahl Rohrbündel hängen, in denen kaltes Wasser umläuft. Nachdem sich die Gase an der kalten Oberfläche der Rohre erheblich abgekühlt haben, passieren sie die Niederschlagsvorrichtung — eine Kammer, in der eine grosse Anzahl Drähte hängen — und gelangen dann in die gemeinsame, nach dem Exhaustor führende Saugleitung. Die Einwirkung der getroffenen Vorrichtungen auf den Gesundheitszustand der Arbeiter ist eine vorzügliche.“ — Nach Fertigstellung der Anlage verminderte sich die Zahl der Krankentage um das Sechsfache.

Bei derartigen Vorrichtungen ist in erster Linie darauf zu sehen, dass die Essen richtig konstruiert sind, damit nicht bei ungünstigem Winde oder durch Einschaltung zu grosser Widerstände behufs Reinigung des Hüttenrauches der Essenzug versagt und ein Ausströmen der Essendämpfe in die Arbeitsräume eintritt. Die aus den abgelassenen oder ausgezogenen

[1]) Amtliche Mitteilungen 1890, S. 100.

feuerflüssigen oder glühenden Produkten entweichenden Dämpfe und Gase werden am besten in möglichst nahe an die Stellen, wo Dämpfe entstehen, herangeführten Rauchhauben aufgefangen und durch Anschlussrohre mit einer Saugvorrichtung (Esse, Ventilator) in Verbindung gebracht.

Um die Arbeiter von gefährlichen Arbeitsstätten möglichst fernzuhalten, hat die Friedrichshütte neuerdings ebenfalls sehr zweckmässige Einrichtungen getroffen[1]).

Die Beschäftigung von Arbeiterinnen wird in Bleihütten wohl kaum vorkommen, dennoch soll sie, in Ansehung der immer weiter um sich greifenden Frauenarbeit grundsätzlich verboten werden. Ebenso halten wir ein Verbot der Beschäftigung junger Leute unter 18 Jahren für dringend geboten.

Bei der Einstellung der Arbeiter ist auf die körperliche Entwickelung derselben besondere Rücksicht zu nehmen und eine ärztliche Untersuchung vor der Zulassung zur Arbeit anzustreben. Ferner ist im Hinblick auf die niemals ausbleibenden Vergiftungserscheinungen eine ständige ärztliche Beaufsichtigung der Belegschaft höchst erwünscht, damit namentlich solche Arbeiter rechtzeitig ausgeschlossen werden können, die eine besondere Disposition zur Vergiftung zeigen. Auch die Arbeitsdauer und die Zahl und Dauer der Pausen ist mit Rücksicht auf die Schwere und Gefährlichkeit der Arbeit so zu bemessen, dass eine Überanstrengung und offensichtliche Schädigung der Arbeiter möglichst ausgeschlossen wird. Im allgemeinen wird für die leichteren Arbeiten die zwölfstündige Schicht mit Pausen von insgesamt zweistündiger Dauer angemessen sein, bei den schwereren Arbeiten, insbesondere bei den Bleischmelzflammöfen, ist aber eine achtstündige Schicht (drei Belegschaften) angezeigt. Ferner ist es zweckmässig, bei besonders gefährlichen Arbeiten nicht ständig dieselben Arbeiter zu beschäftigen, sondern sie zeitweise durch andere abzulösen.

So werden die auf der Friedrichshütte mit dem Zuschlagen der Glättefässer beschäftigten Böttcher allmonatlich gewechselt. Auf der Przibramer Hütte werden die mit dem Sieben, Verpacken und Wägen der Glätte beschäftigten Arbeiter nach je vierzehn Tagen abgelöst und für längere Zeit mit ungefährlichen Arbeiten beschäftigt. Für die Arbeiter an der Gicht der Bleischachtöfen tritt dieser Arbeitswechsel nach je zwei Monaten ein.

Eine der wichtigsten Maassregeln zur Abwendung der Schädigungen durch bleiische Produkte ist peinlichste Reinlichkeit, insbesondere am eigenen Körper. Gerade hier sind daher alle im VI. und VII. Abschnitt

[1]) Näheres darüber s. bei Saeger, Die hygienischen Einrichtungen der Königl. Friedrichshütte bei Tarnowitz in Oberschlesien. Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen 1893, S. 267.

besprochenen Einrichtungen der individuellen Hygiene ganz besonders am Platze.

Zu den besten vorbeugenden Schutzmitteln ist endlich eine gute Ernährungsweise durch kräftige Kost, eine im übrigen mässige Lebensweise und vor allem Enthaltsamkeit in bezug auf Branntwein- und sonstigen Alkoholgenuss zu rechnen. (Vergl. auch Abschn. I, S. 93.)

Zinkhütten. Die Zinkgewinnung beruht auf der Reduktion von Zinkoxyd durch Kohle und Kohlenoxydgas. Letzteres wird durch Kalzinieren oder Rösten der Zinkerze gewonnen. Da der Reduktionspunkt des Zinkes bei höherer Temperatur (etwa bei 1100° C) liegt als dessen Schmelzpunkt (412° C) und Siedepunkt (1000° C), so erfolgt die Reduktion in Form von Dämpfen, welche durch Abkühlung (etwa zwischen 550 und 400° C) zu flüssigem Zink reduziert werden müssen.

Die Erhitzung des mit Kohle gemengten Erzes geschieht in geschlossenen Gefässen, und die übergehenden Zinkdämpfe werden in Vorlagen aufgefangen, in welchen sie sich zu flüssigem Zink verdichten. Die üblichen Gewinnungsmethoden unterscheiden sich im wesentlichen nur nach der Art der Destilliergefässe. Man benutzt hauptsächlich:

die belgische Methode, bei welcher geneigt liegende Röhren,
die schlesische „ bei welcher Muffeln, und
die englische „ bei welcher Hafen angewendet werden.

Für die Zinkgewinnung in Deutschland, welches unter den zinkerzeugenden Ländern die erste Stelle einnimmt, kommt die schlesische bezw. die vereinigte belgisch-schlesische Methode hauptsächlich in Anwendung; diese wird daher im Nachstehenden besondere Berücksichtigung finden.

Bis zu den siebenziger Jahren wurde fast $^{9}/_{10}$ des Jahresbedarfes der ganzen Erde aus Galmei gewonnen. Jetzt sind die Galmeilager nahezu erschöpft und wird noch vorwiegend Zinkblende (Zn S) verhüttet. Die Verwendung dieses Erzes, welches meistens noch Eisen, Cadmium und Blei enthält, bedingt die Röstung, weil das geschwefelte Metall zunächst in Oxyd verwandelt werden muss.

Die Schädlichkeiten, welche der Röstprozess für die Arbeiter und für die Nachbarn der Hütten bedingt, sind im allgemeinen Teil dieses Abschnittes bereits behandelt. Die Übelstände, welche durch den eigentlichen Destillationsprozess hervorgerufen werden, können der Zeit nach in zwei Perioden unterschieden werden. Nämlich 1. in die Schädlichkeiten, die während des Beschickens und des eigentlichen Destillationsprozesses auftreten, und 2. in die Schädlichkeiten, welche beim Abstechen des Zinks und dem darauffolgenden Räumen der Rückstände der Muffeln auftreten.

Die Übelstände der erstgenannten Art sind im wesentlichen folgende:

a) Massenhaftes Ausströmen von Rauch in die Hüttenräume, bedingt

[1] Amtliche Mitteilungen 1878, S. 147.

durch unvollkommene Verbrennung der Steinkohlen infolge mangelhafter Feuerungsanlagen;

b) Ausströmen von Kohlenoxyd, welches bei der Reduktion des Zinkoxydes zu Zink in den Muffeln entsteht;

c) Ausströmen von Zink-, Blei- und Cadmiumdämpfen aus den Muffeln infolge mangelhafter Kondensationsvorrichtungen.

Die gleichartigen Übelstände, die beim Räumen der Muffeln eintreten, sind im allgemeinen erheblichere als die eben genannten, obwohl sie nur von verhältnismässig kurzer Dauer sind. Das Räumen der Muffeln geschieht, wenn die Destillation in den Muffeln beendet und das Zink aus den Vorlagen abgestochen ist. Sobald zu den auszuräumenden glühenden Muffelrückständen Luft tritt, entwickeln sich unatembare heisse Dämpfe und Gase in grossen Mengen, was vor allem beim Herunterfallen der Rückstände (in Röschen) eintritt. Die Dämpfe und Gase strömen überdies zu einer Zeit ab, wo sämtliche Arbeiter in der Hütte in angestrengter Weise beschäftigt sind.

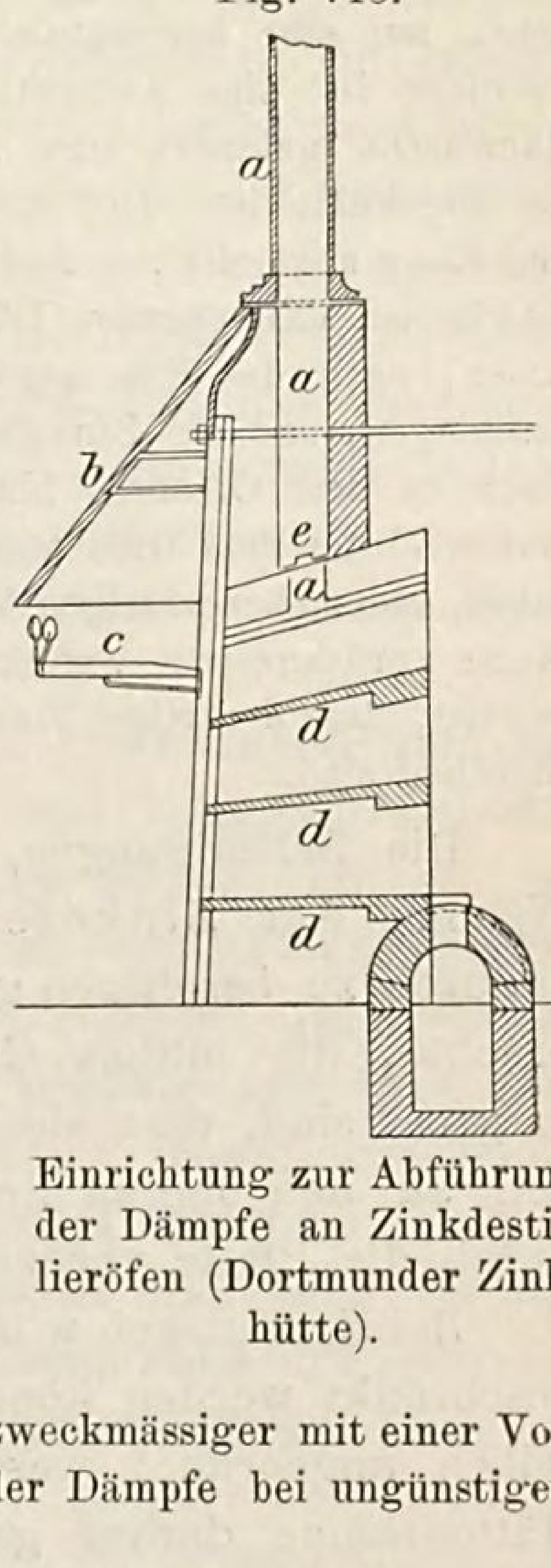
Über die Wirkung der Zinkdämpfe auf den menschlichen Organismus s. Abschn. I, S. 113. Ausser den chronischen Vergiftungen kommen bei den Zinkhüttenarbeitern hauptsächlich Erkrankungen der Respirationsorgane, insbesondere Katarrhe der Luftwege, sowie auch Magen- und Darmkatarrhe vor. Ob dieselben lediglich auf Erkältungen oder auch auf das Einatmen der metallischen Dämpfe zurückzuführen sind, ist noch nicht festgestellt. Erkältungserkrankungen kommen jedenfalls häufig vor, da die Arbeiter dem Wechsel von Hitze und Zugluft und einseitiger Erwärmung beständig ausgesetzt sind. Die Übelstände, welche durch die mangelhafte Verbrennung des Feuerungsmaterials entstehen, lassen sich durch gute Feuerungsanlagen beseitigen. Die ältere und ungünstige Rostfeuerung ist neuerdings wohl fast überall durch Gasfeuerung nach Siemens oder nach Boëtius ersetzt. Bei diesen Gasfeuerungen werden die Verbrennungsgase in vollkommener Weise abgeführt.

Die Vorrichtungen, welche getroffen sind, um die zur ersten Gruppe gehörigen Schädlichkeiten zu beseitigen, sind zunächst aus dem Bestreben hervorgegangen, eine wirksamere Kondensation der Zinkdämpfe herbeizuführen. Damit wurde dann gleichzeitig eine Verminderung der frei in den Hüttenraum austretenden Dämpfe und Gase und somit eine Verminderung der Belästigungen der Arbeiter erzielt. Erst später sind auch Konstruktionen angewendet, die lediglich im Interesse des Arbeiterschutzes ausgeführt worden sind. Allen diesen Konstruktionen liegt entweder der Gedanke zu Grunde, dass man die austretenden Dämpfe durch gewisse Substanzen leitet, welche die Zinkdämpfe zurückhalten, oder dass durch geeignete Einrichtung der Vorlagen und der Vorsteckballons

(Allongen) den Zinkdämpfen eine grössere Kondensationsfläche geboten wird. Bei den letztgenannten Vorrichtungen werden in der Regel die letzten, nicht zur Kondensation gelangten und aus den Allongen austretenden Dämpfe durch Kanäle und Essen abgeführt. Vorrichtungen dieser Art sind die von Ludwig Kleemann, von E. Dagner, von Narciss Recha, von Dr. Kosmann, von Dr. Bugdoll, von R. Lorenz u. a. m.[1]). Die beiden erstgenannten Vorrichtungen haben weitere, die letzteren nur vereinzelte Anwendung gefunden.

Eine Einrichtung, welche hauptsächlich den Zweck verfolgt, die aus den Vorsteckballons austretenden Zinkdämpfe im Interesse der Arbeiter zu beseitigen, ist die durch Fig. 713 veranschaulichte, in der Dortmunder Zinkhütte angebrachte[2]).

Fig. 713.



Einrichtung zur Abführung der Dämpfe an Zinkdestillieröfen (Dortmunder Zinkhütte).

In der Figur ist a ein Blechrohr, welches 1—2 m über das Dach der Hütte emporragt und die aus den Vorsteckballons c austretenden Dämpfe abführt. Die letzteren werden durch den rauchfangartigen Blechschirm b, welcher 0,95 m vom Mauerwerk absteht, abgefangen und dem Blechrohr a zugeführt. Das Rohr a führt durch die Decke, die die Scheidewand der Muffeln bildet, und leitet zunächst die beim Anheizen der letzteren entstehenden Dämpfe ab. Sobald das Austreten der Dämpfe aus den Vorsteckballons beginnt, wird die Öffnung des Rohres a durch eine Klappe e geschlossen, damit das nun erhitzte Rohr a nur zum Ansaugen der aus den Ballons austretenden Dämpfe dient. — Seit dem Bestehen dieser Einrichtung, d. i. seit etwa 15 Jahren, sollen die früher in dieser Hütte häufigen Bleiintoxikationen (Bleikolik und Bleilähmung, herrührend von einem 1—2 $^0/_0$ betragenden Bleigehalt der Zinkerze) nicht mehr vorgekommen sein. Nach Heinzerling würde diese Vorrichtung noch zweckmässiger sein, wenn in das Abzugsrohr über dem Dache eine Kondensationskammer zur Ablagerung des mitgerissenen Zink- und Zinkoxydstaubes eingeschaltet würde; auch müssten die Abzugsrohre höher gemacht oder noch zweckmässiger mit einer Vorrichtung versehen werden, welche die Zurückstauung der Dämpfe bei ungünstigem Winde verhindern würde.

Nach unserem Dafürhalten genügen diese und ähnliche Vorrichtungen nicht, um auch die beim Abstechen des Metalls und Ausräumen der Muffeln entstehenden Dämpfe zu beseitigen. Eine grosse Schwierigkeit liegt überhaupt darin, dass die Dämpfe ein grosses spezifisches Gewicht

[1]) Ausführlichere Angaben hierüber bei Heinzerling a. a. O. Bd. I, S. 80 u. ff.

[2]) Heinzerling a. a. O. Bd. I, S. 97. — Vergl. auch Eulenberg, Handbuch der öffentl. Gesundheitspflege II, S. 1135.

haben und von den Abzugsröhren nur unvollkommen angesaugt werden, da die leichtere Luft von den Abzugsröhren leichter angesogen und dadurch die Zugkraft der Abzugsröhren erschöpft wird. Um die bei den Räumungsarbeiten entstehenden Dämpfe unschädlich zu machen, müssen die für diesen Zweck konstruierten Vorrichtungen im Prinzip so eingerichtet sein, dass die Räumasche möglichst wenig mit der Luft in Berührung kommt und dass die Luft von den Essen, die zur Abführung der Dämpfe dienen sollen, möglichst abgehalten wird.

Eine Vorrichtung, die im wesentlichen nur die Abführung der beim Räumen der Muffeln sich bildenden Dämpfe und Gase bezweckt, ist von Schmieder angegeben [1]. Die Einrichtung besteht darin, dass dicht vor der Ausziehöffnung der Muffeln (von denen nur eine horizontale Reihe — nicht mehrere Muffelreihen übereinander — angeordnet ist) eine Aschentasche in dem Ofengemäuer angebracht ist, in welche die Räumasche gekratzt und solange unter Luftabschluss belassen werden kann, bis sie abgekühlt ist. Die sich trotzdem noch bildenden Dämpfe werden durch Kanäle und Essen abgeleitet. — Auf der Silesiahütte bei Lipine hat man versucht, die beim Ausräumen entstehenden Dämpfe durch Vordächer, welche sich auf und niederklappen lassen, nach der Esse abzuführen. Beim Ausräumen werden die Vordächer herabgeschlagen, und die Zinkdämpfe steigen hinter ihnen auf. Von da werden sie durch einen an dem Ofenfirst hinlaufenden Kanal abgesaugt. Der Kanal mündet in eine kleine, hinter dem Ofen angebrachte Esse. Diese Vorrichtung soll sich nicht bewährt haben, indem bei widrigen Winden die Dämpfe nicht angesaugt, sondern in die Arbeitsräume zurückgestaut werden. Dieses bestätigt unsere vorstehenden Ausführungen und beweist, dass derartige Vorrichtungen sorgfältiger und nach anderen Grundsätzen anzuordnen sind.

Die Belästigungen, welche für die Arbeiter aus der strahlenden Wärme der Zinköfen erwächst, hat die Gesellschaft Altenberg dadurch zu beseitigen gesucht, dass sie vor den Öfen eiserne Platten anbrachte, die mittels Gegengewichts im Gleichgewicht aufgehängt und so gross sind, dass sie die Hälfte der Retortenreihen nach vorn abdecken. Soll an den oberen Reihen gearbeitet werden, so werden die unteren durch die Platte verdeckt, und umgekehrt.

Bei Neuanlagen würde die Wärmeausstrahlung am besten dadurch eingeschränkt werden können, dass möglichst wenige Retorten- oder Muffelreihen angeordnet werden. Vor allem muss auch bei der Anlage der Hüttenräume darauf gehalten werden, dass zwischen Ofenbrust und Hüttenmauer ein genügender Raum bleibt, damit sich die Arbeiter dem Einfluss der strahlenden Wärme durch Zurücktreten möglichst entziehen können.

Wenn das abgestochene Zink (Rohzink) erheblichere Verunreinigungen zeigt, so wird es in der Regel sofort einer Läuterung (Raffination) unterzogen. Diese besteht in einem Umschmelzen, durch welches der grösste

[1]) Österreichische Zeitschrift für Berg- u. Hüttenwesen XXXVIII. Jahrg., 1890.

Teil der Verunreinigungen (Blei, Eisen, Cadmium u. s. w.) abgeschieden wird. Da Rohzink in der Regel einen nicht unerheblichen Bleigehalt hat, so müssen die bei dem Umschmelzen beschäftigten Arbeiter gegen Bleiintoxikationen (siehe unter „Bleihütten", S. 738 ff.) geschützt werden.

Für die Nachbarn der Zinkhütten kommen zunächst diejenigen Belästigungen in Frage, die durch das Rösten der Erze entstehen. Die Methoden zu ihrer Einschränkung und Abwendung sind im allgemeinen Teil erörtert worden. Nächstdem handelt es sich um die Einwirkung der metallischen Dämpfe, die aus den Hüttenessen ins Freie gelangen. Schliesslich können auch die Schlackenhalden Belästigungen bedingen, indem beim Aufschütten der glühenden Asche und Schlacken sich Dämpfe entwickeln oder die bereits erkalteten Halden durch Selbstentzündung in Brand geraten können. Andererseits werden von den Halden Staub und Asche verweht, wodurch namentlich die anliegenden Gärten und Felder leiden. Schliesslich enthalten die durch das Niederschlagswasser hervorgerufenen Auslaugungen dieser Halden schwefelsaure Salze (Zinkvitriol), wodurch den Brunnen und benachbarten Flussläufen Gefahr erwächst. Zweckmässige Anlage der Halden und eine Berieselungsvorrichtung mit entsprechender Reinigung der ablaufenden Wässer können diese Übelstände beseitigen.

Da trotz aller im Vorstehenden besprochenen Schutzmaassregeln die Arbeiter kaum ganz der Einatmung von Gasen und Dämpfen und der Einwirkung der Hitze und des Staubes entzogen werden können, so sind als prophylaktische Maassnahmen fernerhin zu empfehlen: Verbot der Beschäftigung jugendlicher Arbeiter vor den Destillier- und Röstöfen, beim Raffinieren (Umschmelzen des Zinks), in den Röschen und beim Zerkleinern der Chamotte (Retorten- und Muffelabrikation). Soweit noch weibliche Arbeiter bei diesen Beschäftigungen verwendet werden, ist auch nach dieser Richtung ein Verbot zu erlassen. Endlich sind auch hier die in den Abschnitten VI und VII besprochenen Maassnahmen der Fürsorge für körperliche Reinlichkeit u. s. w. von besonderer Bedeutung.

Kupferhütten. Die Gewinnung des Kupfers aus seinen Erzen geschieht auf trockenem oder auf nassem Wege. Alle reicheren Erze werden auf trockenem (feurig-flüssigem) Wege verhüttet, wozu entweder Schachtöfen oder Flammöfen angewendet werden. Ärmere oder oxydische Erze, sowie Hüttenprodukte, welche edle Metalle enthalten, werden auf nassem Wege zu Gute gebracht.

Zur Gewinnung des Kupfers auf trockenem Wege in Schachtöfen (Deutscher Kupferprozess) werden die das Schwefelkupfer (weitaus

die meisten kupferführenden Erze sind Schwefelverbindungen) führenden Erze zuerst geröstet; nächstdem erfordert die Gewinnung noch folgende Operationen: 1. das Schmelzen des Röstgutes auf Rohstein (Rohschmelzen), 2. das Rösten des Rohsteins (Rohlechs), 3. das Schmelzen des gerösteten Rohlechs auf Konzentrationsstein (Konzentrationsschmelzen), 4. das Rösten des Konzentrationssteins, 5. das Verschmelzen des gerösteten Konzentrationssteins auf Roh- oder Schwarzkupfer (Rohkupferschmelzen, Schwarzkupferschmelzen), 6. das Garmachen des Schwarzkupfers (Rosettenkupfer, Scheibenkupfer, Spleisskupfer) und 7. das Hammergarmachen des Rosettenkupfers.

Das Rösten der Erze hat den Zweck, einesteils flüchtige Stoffe daraus zu entfernen, andernteils die im Erz enthaltenen fremden Metallverbindungen zu oxydieren, um diese Oxyde mit den anwesenden Gangarten bei dem darauffolgenden Schmelzen zu verschlacken. Das Rösten wird teils in freien Haufen, teils in Stadeln, teils in Schacht- oder Flammöfen[1]) vorgenommen. Die Röstung darf wegen der Leichtflüssigkeit des Halbschwefelkupfers keine starke sein und muss um so schwächer durchgeführt werden, je mehr schädliche Beimengungen, insbesondere Arsen und Antimon, vorhanden sind, weil diese nur durch wiederholte Röstungen und Schmelzungen allmählich fortgetrieben werden können.

Zur Absorption der beim Rösten entstehenden Gase, insbesondere der schwefligen Säure, sind die bereits im allgemeinen Teil S. 725 besprochenen Vorkehrungen geboten. Wegen der grossen Schädigungen, die das Rösten in Haufen und Stadeln verursacht, sollte dieses Verfahren ganz verboten werden.

Das Rohschmelzen des Röstgutes zu Rohstein, welches die Verschlackung der fremden Bestandteile sowie die Ansammlung des Kupferoxyds in einem Lech (Rohstein) bezweckt, geschieht in Schachtöfen. Um bei diesem Ofenbetrieb Schädigungen der Arbeiter zu vermeiden, sind die Öfen mit Gichtverschlüssen zu versehen und die Gase in Flugstaubkammern zu leiten. Die Mansfeld'sche Kupferschiefer bauende Gewerkschaft benutzt die aus den Hochöfen der Kochhütte entweichenden Gase, welche im wesentlichen aus Stickstoff, Kohlensäure und 8—25 % Kohlenoxydgas bestehen und geringe Mengen von fremden Metallen und Metalloxyden in Dampfform mit sich führen, zur Heizung von Dampfkesseln, nachdem sich zuvor die mitgerissenen Koks- und ungeschmolzenen Erzteile und die beigemischten Metalldämpfe in Flugstaubkammern niedergeschlagen haben[2]).

Das Rösten des Rohsteins hat dessen Oxydation unter Beseitigung des grössten Teils des Schwefelgehaltes zum Zweck. Die Röstung geschieht wie bei den Erzen in Haufen, Stadeln oder Öfen, und ergeben sich die gleichen Schädigungen wie dort.

Der Hauptzweck des Konzentrationsschmelzens ist neben der Ansammlung des Kupfers die Verschlackung des im Rohstein enthaltenen Eisenoxyds und die Beseitigung von Arsen, Antimon, Blei und Zink. Wenn die zu verarbeitenden Erze viel

[1]) Eine eingehende Darstellung der Ofenkonstruktionen findet sich z. B. in dem Werke von Balling, S. 173 u. folgende.

[2]) Specht a. a. O. S. 29 u. 30.

Arsen oder Antimon enthalten, so folgt dem Konzentrationsschmelzen eine schwache Röstung des Konzentrationssteines und ein nochmaliges konzentrierendes Schmelzen. Man nennt dieses zweite Konzentrieren das Spuren und den dabei abfallenden Stein den Spurstein. Das Verschmelzen der gerösteten Steine wird in Öfen von ganz ähnlicher Konstruktion wie die Erzschmelzöfen vorgenommen.

Der Konzentrationsstein oder der Spurstein wird nun wieder, und zwar möglichst vollständig geröstet; dies geschieht in Haufen, meistens aber in Fortschaufelungsöfen.

Das Schwarzkupferschmelzen wird in über die Spur zugestellten Halbhochöfen oder Krumöfen vorgenommen. Besondere gesundheitsschädliche Momente treten hierbei kaum auf.

Das Garmachen des Schwarzkupfers erfolgt teils im kleinen Heerd unter Anwendung von Holzkohlen, teils im grossen Garheerd (Spleissofen) unter Anwendung von mineralischem Brennstoff. Das Garmachen ist ein oxydierendes Schmelzen, wobei die zu Sauerstoff mehr verwandten Bestandteile teils verflüchtigen, teils oxydieren und verschlacken und das zurückbleibende Kupfer von denselben gereinigt wird. Durch das Garmachen erhält man ein zwar gereinigtes, jedoch übergares, kupferoxydulhaltiges Metall, welches durch die nachfolgende Operation von seinem Sauerstoffgehalt befreit, also geschmeidig — hammergar — gemacht werden muss. Wenn die richtige Gare eingetreten ist, wird eine geringe Menge Wasser auf das Metallbad ausgegossen, wodurch die Oberfläche erstarrt und sich hebt. Diese auf der Oberfläche erstarrte Scheibe wird mit einer Gabel abgehoben, worauf von neuem Wasser aufgespritzt und weitere Scheiben abgehoben werden. Man nennt diese Arbeit das Rosettieren oder Scheibenreissen; das gewonnene Kupfer heisst Rosettenkupfer.

Bei dem Rosettieren können dadurch Explosionen entstehen, dass beim Aufgiessen des Wassers dieses unter die sich abwölbende Rosette gerät. Dasselbe geschieht, wenn die abgehobene Rosette zur Vermeidung der Oberflächenoxydation flach in Wasser geworfen wird. Im übrigen bietet das Garmachen sowohl für die Arbeiter als auch für die Umgebung kaum nennenswerte Schädigungen.

Beim Garmachen in Gebläseflammöfen (Spleissöfen) wird das Kupfer zum Zweck des Scheibenreissens in Rosettiergruben abgestochen, oder es wird bei solchen Kupfern, die zur Entsilberung bestimmt sind, in ein Granulierbassin abgelassen. Letzteres muss wegen der beständig erfolgenden Explosionen mit einem starken eisernen Deckel bedeckt sein, in welchen ein Rohr zur Abführung der sich entwickelnden Wasserdämpfe eingesetzt ist.

Das Hammergarmachen des Rosettenkupfers wird in kleinen Garheerden vorgenommen. Nach richtiger Gare wird das Kupfer mit Löffeln ausgeschöpft und in Formen gegossen.

Von dem vorstehend beschriebenen deutschen Verfahren abweichend ist das sogenannte englische Verfahren, welches fast ausschliesslich auf der Anwendung von Flammöfen beruht. Da die Schädlichkeiten, welche bei den einzelnen Operationen auftreten, dieselben sind wie bei dem deutschen Verfahren, so kann von einem näheren Eingehen auf das englische Verfahren hier abgesehen werden.

Der Mansfelder Kupferhüttenprozess, welcher für Deutschland besonders wichtig ist, beruht auf der Vereinigung der beiden vorgenannten Verfahren. Man verhüttet im Mansfeld'schen vorwiegend einen bituminösen,

Thon und Kalk führenden Schiefer mit verschiedenem Gehalt an Kupfer, Silber, Kobalt, Nickel, Blei und Zink.

Bei der Kupfergewinnung auf nassem Wege muss sich das Kupfer in oxydiertem Zustande befinden, weshalb schwefelhaltige Erze und Hüttenprodukte zuvörderst geröstet werden müssen. Die bei dieser Gewinnungsart vorzunehmenden Arbeiten sind 1. das Auslaugen und 2. das Fällen des Kupfers aus der Lauge. Die Art, in welcher dieses geschieht, ist sehr verschieden.

Als Lösungsmittel werden vorwiegend Wasser, verdünnte Schwefel- oder Salzsäure, eine Lösung von Eisenchlorür oder von Eisenchlorür und Kochsalz angewendet. Andere Lösungsmittel haben sich nicht bewährt.

Das Ausfällen des Kupfers aus der Lauge geschieht mit Eisen (Roheisen, Stabeisen, Eisenabfällen), oder man schlägt das Kupfer aus den Lösungen durch Schwefelwasserstoff nieder und verarbeitet das gefällte Schwefelkupfer entweder auf Kupfervitriol oder auf metallisches Kupfer. In neuerer Zeit wird die Ausfällung des Kupfers auch durch Elektrolyse bewirkt. Aus den Laugen wird das Kupfer meistens mit Eisen als Zementkupfer abgeschieden. Für die Arbeiter ist diese Operation gefahrbringend, wenn die sauren Laugen Arsen enthalten und infolge dessen Arsenwasserstoff entwickeln. Die Fällung mit Schwefelwasserstoff, welche übrigens nur selten zur Anwendung kommt, erfordert wegen der Giftigkeit dieses Gases für Arbeiter und Umgebung geeignete Vorsichtsmaassregeln.

Die beim Fällen des Kupfers abfallenden Laugen dürfen nicht ohne weiteres den Flussläufen zugeführt werden, sondern müssen zunächst unschädlich gemacht werden. Die Abstumpfung der freien Säuren und die Abscheidung der in diesen Wässern enthaltenen Metalle kann vermittels Kalkhydrats geschehen.

In Deutschland werden auf nassem Wege in Duisburg spanische Kiese von Huelva verarbeitet. Die Kiese werden zuerst zum Zweck der Gewinnung von Schwefelsäure abgeröstet, danach die Röstrückstände durch mit Salzsäure angesäuertes Wasser ausgelaugt[1]. Auf der Stadtberger Hütte in Nieder-Marsberg wird ein 0,5 bis 2% Kupfer haltender Schiefer und mit Malachit imprägnierter Sandstein durch Auslaugen mit Salzsäure entkupfert. Die Fällung des Zementkupfers geschieht durch Eisen. Die Abfalllaugen werden mit Kalkhydrat versetzt und die entstehenden Niederschläge (Eisenhydroxyd) durch Filterpressen abgeschieden, so dass die Abwässer klar und entsäuert abfliessen.

Die Gewinnung und Reinigung von Kupfer durch Elektrizität bietet für die Arbeiter in Bezug auf Gesundheitsschädigungen keine besonderen Eigentümlichkeiten; es kann daher von einer Besprechung dieser Verfahren an dieser Stelle abgesehen werden.

Über die Einwirkung des Kupfers auf den menschlichen Organismus s. Abschn. I, S. 99. Die im Kupferhüttenbetrieb vorkommenden Erkrankungen der Arbeiter beschränken sich hiernach im allgemeinen auf die durch die Einwirkung der in den Kupfererzen vorkommenden fremden Metalle entstehenden und auf die allen Hüttenbetrieben gemeinsamen Schädigungen. Als vorbeugende Schutzmaassregeln kommen daher vorwiegend die im Hüttenbetriebe im allgemeinen anzuordnenden in Betracht;

[1]) Balling a. a. O. S. 243.

dieselben haben vornehmlich in dem Schutz jugendlicher, noch in der Entwickelung begriffener Personen, in der Abkürzung übermässig langer Arbeitsschichten bei besonders schweren Arbeiten, in Gewährung von Wasch- und Badevorrichtungen und ärztlicher Untersuchung vor der Annahme zur Arbeit zu bestehen.

Sonstige Anlagen zur Metallgewinnung. 1. Gewinnung des Silbers. Die Darstellung des Silbers aus Erzen und Hüttenprodukten geschieht entweder auf trockenem Wege durch Verbleiung oder auf nassem Wege durch Amalgamation und durch Überführen in lösliche Verbindungen.

Die Silbergewinnung durch Verbleiung beruht darauf, dass sowohl metallisches Blei, als Bleioxyd und Bleisulfat die Eigenschaft haben, das Silber aus seinen Verbindungen mit Schwefel, Antimon, Arsen und anderen Metallen und mit Säuren abzuscheiden, worauf sich das frei gewordene Silber mit einem Überschuss des Bleies zu Werkblei verbindet. Das Wesentliche der Bleiarbeit besteht darin, dass man die zu entsilbernden Stoffe (eigentliche Silbererze, silberhaltige Kupfer- und Bleierze u. s. w.) mit geschmolzenem Blei behandelt. Es entsteht dann ebenso wie beim Verhütten des silberhaltigen Bleiglanzes ein silberhaltiges Werkblei. Die Entsilberung des Werkbleies geschieht auf dem Treibheerde, oder durch den Pattinson'schen Krystallisationsprozess, oder durch Parkes' Zinkprozess und auf elektrolytischem Wege.

Da die Gewinnung des Silbers auf trockenem Wege in der Regel mit der Gewinnung des Bleies verbunden ist oder doch schliesslich auf Raffinierung des Werkbleies hinausläuft, so treten alle bei der Bleigewinnung auftretenden Schädlichkeiten (besondere dem Silber eigentümliche Schädlichkeiten sind nicht vorhanden) auf, es kann daher auf das in dem Abschnitt „Bleihütten“ Gesagte verwiesen werden. Die Entsilberung des Werkbleies auf elektrolytischem Wege, sowie die Gewinnung (aus den Erzen) und Raffinierung des Silbers auf elektrolytischem Wege haben bis jetzt keine nennenswerte Bedeutung erlangt.

Die Amalgamation beruht auf der Eigenschaft des Quecksilbers, mit metallischem Silber eine Legierung, das Silberamalgam, zu bilden, aus welcher das Quecksilber durch Hitze wieder ausgetrieben werden kann. Man unterscheidet 1. die europäische oder die Fässeramalgamation, 2. die amerikanische oder Haufenamalgamation, 3. die Kesselamalgamation (Cazoprozess), 4. die Pfannenamalgamation (Washoeprozess) und 5. die Mühlen- oder Arrastra-Amalgamation. Die zur Amalgamation zu bringenden Materialien müssen zunächst zerkleinert werden, worauf sie einem chlorierenden Rösten (unter Anwendung von Kochsalz) und darauf der eigentlichen Amalgamation in rotierenden Fässern, in Pfannen u. a. m. unterworfen werden. Aus dem Amalgam wird das Quecksilber durch Ausglühen in Retorten oder Glocken ausgetrieben.

Bei der Zerkleinerung der Erze, insbesondere wenn diese durch Handarbeit bewirkt wird, haben die Arbeiter unter dem entstehenden Staube zu leiden, namentlich wenn dieser Blei, Arsen und dergl. enthält.

Das Sieben und Mahlen der Erze muss in dicht schliessenden Apparaten vorgenommen werden, auch ist die Staubentwickelung nach Möglichkeit durch Anfeuchtung zu verhindern. Beim Amalgamationsprozess können die Arbeiter ausserdem an Quecksilbervergiftungen leiden. Diese sind jedoch ziemlich selten, da meistens gute Vorkehrungen zur Wiedergewinnung des kostbaren Extraktionsmittels getroffen werden.

Die übrigen Methoden der Silbergewinnung auf nassem Wege beruhen entweder darauf, dass das Silber in eine lösliche Verbindung übergeführt wird, um es aus dieser metallisch oder geschwefelt zu fällen (Prozesse von Augustin, Ziervogel, Claudet und Patera), oder dass die das Silber enthaltenden metallischen Verbindungen in Lösung gebracht und der silber- (und etwa gold-) haltige Rückstand der Verbleiung unterworfen wird (Säureextraktion). Die wichtigsten Methoden sind: 1. Die Kochsalzlaugerei (Augustin), welche darin besteht, dass die silberhaltigen Materialien chlorierend geröstet, das Chlorsilber mittels Kochsalzlösung als lösliches Doppelsalz von Chlornatrium-Chlorsilber ausgezogen und aus dieser Lösung das Silber durch Kupfer gefällt wird. 2. Die Wasserlaugerei (Ziervogel), welche darin besteht, dass das in Erzen und Hüttenprodukten enthaltene Schwefelsilber durch oxydierende Röstung in Silbersulfat verwandelt, dieses in heissem angesäuertem Wasser aufgelöst und das Silber aus der Lösung durch Kupfer ausgefällt wird. 3. Die Säurelaugerei, wobei vornehmlich kupferhaltige Hüttenprodukte, welche sich wegen ihres grossen Gehaltes an Blei, Arsen, Antimon u. s. w. für die beiden vorgenannten Verfahren nicht eignen, mit Schwefel- oder Chlorwasserstoffsäure behandelt werden, wobei Silber im Rückstand bleibt und meist durch Verbleiung, seltener auf nassem Wege zugute gebracht wird.

Die bei diesen verschiedenen Verfahren für die Arbeiter entstehenden Schädigungen bestehen hauptsächlich in den beim Röstofenbetriebe auftretenden nachteiligen Einflüssen (schwere Arbeit, Einwirkung der Hitze, entweichende Dämpfe u. s. w.) sowie in der Anwendung von Säuren und Metallsalzlösungen, die teils von ätzender, teils von giftiger Beschaffenheit sind.

2. Gewinnung von Quecksilber. Zur Quecksilbergewinnung dient hauptsächlich der Zinnober (HgS). Die Gewinnungsmethoden bezwecken die Abscheidung des Schwefels aus dem Zinnober in erhöhter Temperatur entweder durch Oxydation (Röstung) oder durch denselben bindende Zuschläge, wie Kalk, Eisenhammerschlag u. s. w., wobei das frei werdende Quecksilber abdestilliert und in Kondensationsräumen verdichtet wird.

Die Gewinnung durch Zersetzung des Zinnobers mittels Zuschlägen wird in Retortenöfen bewirkt, die entweder periodisch oder kontinuierlich betrieben werden. Bei diesem Verfahren ist die Kondensation der Dämpfe eine mangelhafte, dieselben treten in die Hüttenräume aus — namentlich auch beim Füllen und Entleeren der Retorten —, und die Arbeiter sind diesen höchst schädlichen Dämpfen in hohem Maasse ausgesetzt. Da man in neuerer Zeit dieses Verfahren verlassen hat, so erübrigt es sich, auf eine nähere Beschreibung einzugehen.

Die Gewinnung von Quecksilber durch Röstung geschieht 1. in Stadeln, 2. in Schachtöfen, 3. in Flammöfen und 4. in Gefässöfen (nach Patera). Die Ge-

winnung durch Röstung in Stadeln (Haufen) kommt nur bei solchen Erzen zur Anwendung, welche auf andere Metalle verhüttet werden. Das Quecksilber wird hierbei als Nebenprodukt gewonnen. Bei der Röstung, welche etwa drei Wochen dauert, wird der Schwefel verbrannt, und die unten entstehenden Quecksilberdämpfe werden in den oberen kälteren Erzschichten — zwar sehr unvollständig — kondensiert. Nach Beendigung des Röstprozesses wird die obere quecksilberhaltige Schicht in hölzernen Bottichen mit kupfernen Sieben gewaschen und das unter den Sieben befindliche Quecksilber durch Schlemmen von dem Erzklein befreit. Bei diesem Verfahren gelangen erhebliche Mengen Quecksilberdämpfe sowie schweflige Säure in die Luft und bewirken für die Arbeiter und für die Umgebung grosse Belästigungen. — Die Röstung in Schachtöfen geschieht entweder mit unterbrochenem Betriebe oder im Dauerbetriebe. Die entstehenden Quecksilberdämpfe werden in Kammern, in Gefässen (Aludeln), in von aussen mit Wasser gekühlten Röhren, in Kammern mit Wasserberieselung, oder mittels Durchpressens der Dämpfe durch Wasser kondensiert.

Bei den Schachtöfen mit Kondensationskammer müssen die Arbeiter nach dem Erkalten des Ofens das in der Kammer angesammelte Quecksilber herausnehmen, darauf Wände und Boden derselben abfegen und das Quecksilber von dem erzeugten Stupp trennen. Diese Arbeitsverrichtungen sind besonders gefährlich, und müssen die Arbeiter beim Entleeren und Fegen der Kammer gegen die Wirkungen des Quecksilberstaubes durch Respiratoren und Lederkleidung geschützt werden.

Bei den Arbeiten am Schachtofen mit Aludel-Kondensation ist das Reinigen und das Ersetzen der zerbrochenen Aludeln (Thongefässe von birnförmiger Gestalt) sehr gefahrvoll.

Bei den vorgenannten Verfahren mit unterbrochenem Betriebe sind bedeutende Quecksilberverluste unvermeidlich; sie werden daher mehr und mehr durch die Verfahren mit Dauerbetrieb verdrängt. Die Schachtöfen mit Dauerbetrieb haben den Vorteil, dass die Verhüttung der Erze einen bedeutend geringeren Zeit- und Brennstoffaufwand erfordert. Gleichzeitig sind aber auch die Arbeiter weit weniger gefährdet. Der wesentliche Unterschied der verschiedenen Ofenkonstruktionen besteht vorwiegend in der Art der Befeuerung. Bei einigen wird das Erz mit Kohle schichtenweise aufgegeben, wie dies beim Hochofenbetrieb allgemein üblich ist; bei anderen wird Brennstoff auf einem Roste verbrannt und nur die Flamme in den schachtförmigen Ofenraum geleitet. Es führt hier zu weit, die einzelnen Ofenkonstruktionen zu besprechen, wir verweisen in dieser Beziehung auf die grösseren Werke über Metallhüttenkunde. Im allgemeinen mag nur bemerkt werden, dass diejenigen Ofenkonstruktionen in hygienischer Beziehung die besten sind, die sich durch vollkommene Gichtverschlüsse und durch Eisenarmierung des Ofenmauerwerks und der Kondensationsvorrichtungen auszeichnen. Die flüchtigen Quecksilberdämpfe werden nämlich von dem Mauerwerk aufgesogen und verdampfen aus demselben durch die Oberfläche in die Hüttenräume,

wenn das Mauerwerk nicht aussen durch eiserne Platten dicht bedeckt ist; auch wird durch diese Einrichtung der Austritt von Dämpfen durch Risse im Gemäuer verhütet.

Die Röstung in Flammöfen ist für Erzklein in Anwendung gebracht. Das Verfahren hat sich wegen der grossen Schädlichkeiten für die Arbeiter und für die Vegetation nicht bewährt. Für die Arbeiter ist namentlich das Reinigen der Flugstaubkammern und der Kondensationsvorrichtungen gefährlich. Neuerdings hat man auch diese Flammöfen mit Eisenplatten armiert.

Unter den Gefässöfen (Muffelöfen) hat der Patera'sche Ofen besondere Vorzüge, da bei demselben die Feuergase und die Destillationsprodukte getrennt und infolgedessen die Quecksilberverluste erheblich geringer sind, als bei den übrigen Öfen. Da die Schädlichkeiten für die Arbeiter mit der Grösse der Quecksilberverluste wachsen, so ist ersichtlich, dass die Patera'sche Ofenkonstruktion auch in hygienischer Beziehung besonders günstig ist.

Zu den gefährlichsten Arbeiten bei der Quecksilbergewinnung gehört das Einsammeln des in den Kondensationsapparaten abgelagerten Stupps (Quecksilberruss), eines Gemenges von Quecksilber, Quecksilber- und anderen Salzen und Kohlenwasserstoffen. Das Einsammeln darf unter keiner Bedingung ohne vorherige Anfeuchtung geschehen, und die Arbeiter sind mit Lederbekleidung, einschliesslich Lederhandschuhen zu versehen und durch Respiratoren zu schützen.

Über die Wirkungen des Quecksilbers und der Quecksilberpräparate auf den Organismus vergl. Abschn. I, S. 114. Von allgemeinen vorbeugenden Schutzmaasregeln, welche beim Quecksilberhüttenbetriebe im Interesse der Arbeiter zu treffen sind, kommen in Betracht: Verbot der Beschäftigung weiblicher und jugendlicher Personen, ärztliche Untersuchung vor der Zulassung zur Beschäftigung, dauernde ärztliche Überwachung der Arbeiter, peinliche Reinhaltung der Arbeitsräume, kurze Arbeitsschichten, Wechsel der Kleidung beim Verlassen der Arbeit, Verbot des Aufbewahrens und Einnehmens von Speisen innerhalb der Arbeitsräume, Zwang zur Reinigung des Gesichtes, des Mundes (durch Ausspülen) und der Hände vor Einnahme der Mahlzeiten und häufige Verabfolgung von Bädern. Medikamente, welche man als prophylaktische Mittel vorgeschlagen hat, sind aus den bereits an anderer Stelle erörterten Gründen nicht empfehlenswert.

Da der Nachweis von Quecksilberdämpfen sowohl für die Arbeiter wie für die Fabrikleiter wichtig ist, soll kurz auf folgende leicht auszuführende Methoden hingewiesen werden.

1. Man hängt Goldblättchen in dem zu untersuchenden Raum auf. Sind Quecksilberdämpfe vorhanden, so bildet sich auf den Goldblättchen ein weisser Niederschlag von Goldamalgam, und zwar tritt die Verfärbung um so rascher ein, je grösser der Quecksilbergehalt der Luft und je lebhafter die Bewegung der Luft des betreffenden Raumes ist. 2. Man streicht Lösungen der Salze der Edelmetalle (Gold, Platin,

Palladium, Iridium) auf Papier und hängt dieses auf. Je eher die Schwärzung eintritt, um so mehr Quecksilberdämpfe sind in der Luft vorhanden. 3. Nach Pappenheim können unter den Pflanzen besonders Heliotrop und chinesische Primeln als Indikatoren für Quecksilberdämpfe dienen. Zeigt sich, dass diese Pflanzen in dem zu untersuchenden Raume bei sonst guter Pflege absterben, so sind so viel Quecksilberdämpfe in der Luft vorhanden, dass auch die Gesundheit der Menschen gefährdet erscheint.

3. Gewinnung von Arsen. Aus seinen Erzen wird das Arsen entweder in metallischem oder oxydiertem Zustande oder in seinen Schwefelverbindungen gewonnen. Die höhere Schwefelungsstufe heisst Rauschgelb, Operment, gelbes Arsenglas, die niedrigere heisst Realgar, rote Arsenblende, Rauschrot, rotes Arsenglas. Die in dichten festen Massen gewonnene arsenige Säure nennt man weisses Arsenglas, die in losen Flocken sublimierte arsenige Säure heisst Giftmehl.

Die Darstellung des metallischen Arsens geschieht meistens durch Erhitzen von Arsenkies oder von Arsenikalkies bei Luftabschluss. Das erfolgende Sublimat ist bei richtig geleiteter Operation ein stahlgraues, stark metallisch glänzendes, krystallinisches Produkt, welches unter dem Namen Fliegenstein in den Handel gebracht wird. Zu Freiberg werden Arsenkiese mit 35 % Arsen in Thonkrügen sublimiert, welche zu 22 Stück in einem Galeerenofen über einem Rost eingelegt sind. Zum Auffangen des Fliegensteins wird in den Krug (Röhre) ein zusammengerolltes Eisenblech eingeschoben.

Die Gewinnung der arsenigen Säure geschieht meistens durch Röstung solcher Erze, die noch andere Metalle enthalten. Bei Verarbeitung arsenreicherer Erze werden besonders konstruierte Flammöfen verwendet. Die in denselben gebildeten Arsendämpfe werden in Kondensationsräumen niedergeschlagen. Letztere werden wegen der gefährlichen Eigenschaften ihres Inhalts Giftfänge (Gifttürme) genannt. Auf eine möglichst vollkommene Kondensation, sowie auf gute Dichtung der Kondensationskammern ist die grösste Sorgfalt zu verwenden.

Die Gewinnung des weissen Arsenglases geschieht durch wiederholte Sublimation der arsenigen Säure. Das Sublimieren geschieht in eisernen Kesseln, die durch eine unter denselben liegende Feuerung erhitzt werden. Auf jeden Kessel sind eiserne Ringe und auf diese eine Haube gestellt, welche vermittels Röhren mit Flugstaubkammern in Verbindung stehen.

Die Darstellung des roten Arsenglases geschieht im grossen dadurch, dass ein Gemenge von Arsenkies und Schwefelkies oder Arsenkies und Schwefel gemeinschaftlich sublimiert werden und dass das dadurch gewonnene Rohglas durch Umschmelzen in eisernen Kesseln geläutert, d. h. in eine gleichartige Masse von dem verlangten Farbenton gebracht wird. In Freiburg[1]) dient zur Sublimation ein Ofen, welcher zwölf thönerne Röhren von 1,4 m Länge und 12 cm Weite und zwei Feuerungen enthält. Als Vorlagen dienen Kästen von Eisenblech, in welchen eine Öffnung den Wasserdämpfen den Austritt und die Beobachtung der Sublimation gestattet.

Bei allen Arbeitsverrichtungen zur Darstellung des Arsenmetalls oder der Arsenverbindungen sind als besonders zu fürchtende Schädlichkeiten die Einatmung des arsenhaltigen Staubes und der arsenhaltigen

[1]) Balling a. a. O. S. 593.

Dämpfe anzusehen. Über die dadurch hervorgebrachten Vergiftungen vergl. Abschn. I, S. 110. Als allgemeine vorbeugende Schutzmittel sind zu fordern: Ausschluss weiblicher und jugendlicher Personen, ständige ärztliche Überwachung, Verabfolgung von 1 bis 2 warmen Bädern wöchentlich; peinliche Sauberkeit und Hautpflege; kräftige Nahrung, insbesondere viel Milch und fette Speisen, Vermeidung des Genusses geistiger Getränke; Enthaltung von dem Genuss saurer Speisen vor und nach der Arbeit; Verbot des Essens, Trinkens und Rauchens in den Arbeitsräumen; Reinigung des Gesichtes, der Hände und des Mundes beim Verlassen der Arbeit oder vor Einnahme von Speisen und Getränken; Wechsel der Kleider beim Verlassen der Arbeit; kurze Arbeitsschichten; Gebrauch dichter Arbeitsanzüge, Gebrauch von Handschuhen und Gesichtsmasken.

4. Gewinnung von Nickel. Der Nickeldarstellung geht meistens ein Konzentrationsschmelzen voraus. Als Konzentrationsmittel verwendet man bei Erzen, welche das Nickel als Schwefelmetall enthalten, Schwefeleisen, bei Erzen dagegen, die Arsen enthalten, dieses letztgenannte Metall. Das Produkt ist im ersten Falle „Stein“, im zweiten „Speise“. Aus diesen nickelhaltigen Produkten und aus nickelhaltigem Schwarzkupfer kann das Nickel auf trockenem oder auf nassem Wege ausgeschieden werden.

Der Nickelgewinnung auf nassem Wege geht gewöhnlich ein Rösten der Erze oder der nickelhaltigen Hüttenprodukte voraus. Wird nickelhaltiger Stein geröstet, so bilden sich zunächst die Sulfate, welche bei Steigerung der Temperatur sich nach und nach zersetzen. Aus dem Röstgut lässt sich durch Wasser der grösste Teil des Nickels und Kobalts ausziehen, während Eisen und ein Teil des Kupfers ungelöst zurückbleiben. Aus der gerösteten Speise lässt sich das Nickel in Lösung bringen und das Arsen entfernen, wenn man dieselbe mit einem Gemenge von Natronsalpeter und Soda glüht, das entstandene Natriumarseniat mit Wasser auszieht, den Rückstand mit Schwefelsäure behandelt und Nickel- und Kobaltvitriol auszieht.

Die Fällung des Nickels aus der Lösung geschieht dadurch, dass man zuerst Eisen, Arsen und Kupfer durch Kreide abscheidet und aus der verbleibenden Lösung Nickel durch Kalkmilch fällt. Man fällt auch wohl das Nickel durch Kaliumbisulfat als Kalium-Nickel-Sulfat, nachdem zuerst Kupfer durch Schwefelwasserstoffgas entfernt wurde. Zur Überführung des Nickelniederschlages in Nickelmetall wird das Nickeloxydulhydrat zunächst gereinigt, dann mit Roggenmehl und Melasse zu einem steifen Teig gemengt, der in Würfel zerschnitten wird. Die Würfel werden getrocknet und dann mit Kohlenstaub in Tiegeln oder in Thonzylindern bei starker Hitze zu Metall reduziert.

Zur unmittelbaren Darstellung des Nickels durch Verschmelzen der Erze auf Metall kann nur der Garnierit verwendet werden. Das Verfahren wird wenig in Anwendung gebracht.

Das metallische Nickel übt auf den menschlichen Organismus schädigende Einflüsse kaum aus. Gegenüber den lösenden und oxydierenden Einflüssen von Luft, Wasser und schwachen Säuren zeigt Nickel

ziemlich grosse Widerstandsfähigkeit. Stärkere Säuren lösen Nickel auf. Die Nickelsalze sind giftig, wirken jedoch weniger giftig als Kupfersalze. Die hauptsächlichsten Schädigungen der Arbeiter bei der Nickeldarstellung rühren von dem Arsengehalt der Erze und Hüttenprodukte her. Die Gefahr der Arsenvergiftung macht sich dementsprechend überall dort geltend, wo bei der Bearbeitung der Erze Staub, Dämpfe und Abwässer entstehen. Die arsenikalischen Abwässer bilden sich besonders beim Pochen und Schlämmen der Erze und in den für die Verwitterung angelegten Halden. Sie werden weniger den Hüttenarbeitern als den Anwohnern und der Fischzucht verderblich.

Die vorbeugenden Maassregeln zum Schutze der Arbeiter sind — soweit es sich um die Verarbeitung arsenhaltiger Erze handelt — ähnliche wie die bei der Arsengewinnung. Im übrigen kommen die Schutzmaassregeln in Frage, welche beim Hüttenbetriebe im allgemeinen angemessen sind. Wenn bei der Gewinnung auf nassem Wege Schwefelwasserstoff zur Verwendung gelangt, so müssen die betreffenden Apparate völlig dicht sein, und die Gase müssen so abgeführt, nötigenfalls verbrannt werden, dass eine Gefährdung der Arbeiter und Anwohner ausgeschlossen ist.

B. Anlagen zur Verarbeitung von Roheisen.

(Eisen- und Stahlindustrie.)

Die Schädlichkeiten, welchen die Arbeiter des Grossbetriebes der Eisen- und Stahlindustrie ausgesetzt sind, gleichen in vielen Beziehungen denjenigen, die im Hüttenbetriebe vorkommen. Sie bestehen vornehmlich in:

1. den schädlichen Einwirkungen rasch wechselnder und hoher Temperaturen,

2. den schädlichen Einwirkungen des grellen Lichtes,

3. den Nachteilen, die durch die Schwere der Arbeit, insbesondere durch zeitweise übermässige Anstrengung des Körpers oder einzelner Körperteile bedingt werden,

4. der mit der Schwere der Arbeit im ursächlichen Zusammenhang stehenden Gefahr, durch gewaltsame mechanische Einwirkungen verletzt zu werden,

5. der mit der häufigen Feuerarbeit verbundenen Gefahr, Brandwunden (durch flüssiges Metall, Schlacke, Funken u. dergl.) davonzutragen, und

6. den schädlichen Einwirkungen von Rauch, Staub und Dämpfen.

Die unter Ziffer 1—5 bezeichneten Schädlichkeiten sind schon bei der allgemeinen Besprechung der Hüttenbetriebe ausführlich behandelt, auf welche daher hier verwiesen werden kann. Von den unter 6. genannten Schädigungen ist die schädliche Einwirkung von Dämpfen im allgemeinen sehr viel geringer als beim Hüttenbetriebe. Dagegen tritt der durch die vielen Feuerungen erzeugte Rauch und Kohlenstaub sehr in den Vordergrund. Die Belästigung hierdurch ist eine beträchtliche. Durch den Niederschlag des Rauches und des feinen Kohlenstaubes auf die Haut der Arbeiter wird die normale Thätigkeit derselben beeinträchtigt. Durch den hinzukommenden Schweiss werden die staubartigen Ablagerungen auf der Haut zu einer schmierigen Masse erweicht, die ganz besonders geeignet ist, die Ausführungsgänge der Hautdrüsen zu verstopfen. Wenn nun, wie es noch vielfach der Fall ist, den Arbeitern keine Bade- und Waschvorrichtungen zur Verfügung gestellt werden, um den geschwärzten Körper beim Schluss der Arbeit zu reinigen, wenn man ferner berücksichtigt, dass dem Arbeiter in seiner Behausung sehr oft nur ganz dürftige Vorrichtungen zum Waschen zugänglich sind und er schon aus diesem Grunde sich der Mühe des Waschens nur seltener unterzieht, so ist es erklärlich, dass Furunkel und ekzematöse Hautausschläge infolge der gestörten Hautthätigkeit und des fortwährenden Hautreizes zu den gewöhnlichsten Erscheinungen bei diesen Arbeitern gehören.

Die Herrichtung von einfachen und zweckmässigen Bade- und Wascheinrichtungen ist hiernach eine unerlässliche Forderung, und zu bedauern ist nur, dass sie verhältnismässig noch so wenig erfüllt ist. Erst ein gesetzlicher Zwang könnte hier gründlich Wandel schaffen.

Die von Rauch und Kohlenstaub geschwängerte Luft übt auch auf die Schleimhaut der Augen und der Respirationsorgane ihre nachteiligen Wirkungen; häufige Entzündungen der Augenbindehaut (Triefaugen) und langwierige Katarrhe und Erkrankungen der Lungen sind die Folge. An vielen Stellen der Eisen- und Stahlwerke sind bestimmte Arbeiter ständig mit dem Transport und dem Verfeuern von Steinkohlen beschäftigt; die hierbei durch das Einatmen des Kohlenstaubes erzeugten Schädlichkeiten müssen also ganz denjenigen entsprechen, unter welchen die im Steinkohlenbergbau beschäftigten Arbeiter zu leiden haben (vergl. Abschn. I, S. 71—73).

Eisengiessereien. Das im Hochofen gewonnene Roheisen wird zwar zuweilen direkt in Formen gegossen (Hochofenguss), in der Regel zieht man jedoch vor, dasselbe umzuschmelzen. Dies geschieht in den Eisengiessereien, und zwar verwendet man dazu Tiegel-, Schachtöfen oder Heerdflammöfen.

Am meisten werden die Schachtöfen, die unter dem Namen Kupolöfen allgemein bekannt sind, verwendet. Das umgeschmolzene Eisen wird in Formen ausgegossen, die im Giessraum aufgestellt und vorbereitet werden. Man unterscheidet Guss in verlorenen und in bleibenden Formen. Das Material zu den ersteren ist Sand, Lehm oder Masse, zu den letzteren wird Gusseisen (Schalen-, Hartguss) verwendet. Bei dem Guss in verlorenen Formen unterscheidet man Heerdformerei, Kastenformerei und Schablonenformerei. Nach dem Guss werden die Gusswaaren durch mechanische Bearbeitung (Abhauen der Gussnähte, Beseitigung des anhaftenden Formsandes) vollendet und zuweilen durch Glühen in Eisenoxyd mit nachfolgendem langsamem Erkalten in schmiedbaren Eisenguss umgewandelt. Eiserne Kochgeschirre werden häufig auf der Innenseite emailliert, was in der Weise geschieht, dass man die Flächen durch verdünnte Schwefelsäure reinigt, dann mit einer Glasurmasse (Brei aus Borax, Quarz, Feldspat, Soda, Zinnoxyd u. s. w.) bestreicht und darauf die Geschirre bis zum Schmelzen des Überzuges erhitzt.

Die dem Giessereibetriebe eigentümlichen Schädlichkeiten bestehen in Vergiftungen durch Kupolofengase, Verbrennungen durch die Gichtflamme und durch umherspritzende Schlacken oder durch Verschütten des flüssigen Eisens, Staubentwickelung, Gasentwickelung beim Abgiessen der Formen und nachteilige Einwirkung der zeitweise ausstrahlenden Hitze. Dazu kommt noch die Unfallgefahr, die allen gewerblichen Betrieben mehr oder weniger anhaftet und die in den Giessereien namentlich durch Aufzüge und Krahne bedingt wird.

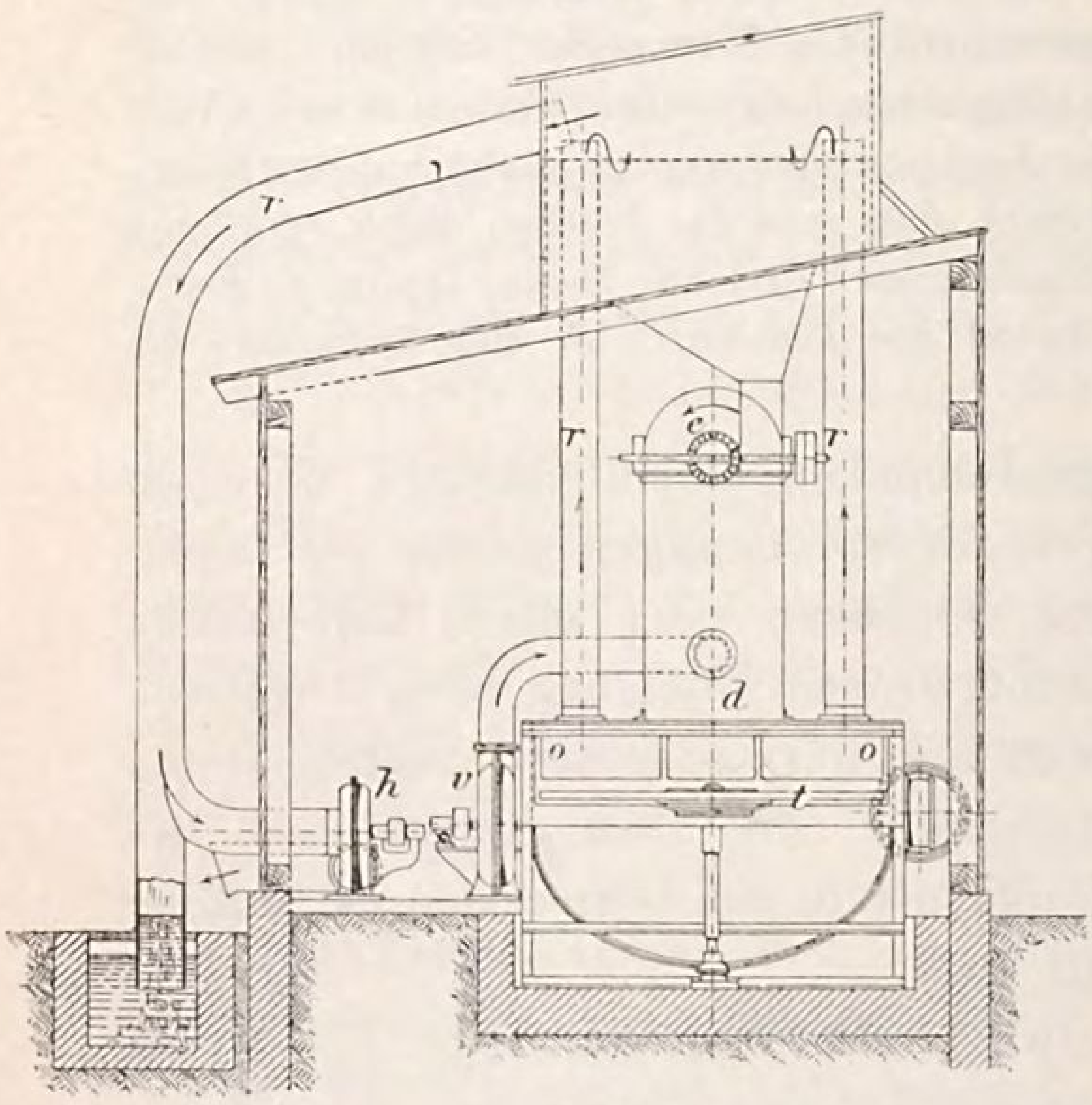
Die Kupolofengase enthalten etwa 15—17 % Kohlenoxyd und 10 bis 17 % Kohlensäure. Bei gehöriger Vorsicht sind Vergiftungen durch diese Gase leicht zu vermeiden. Bei dem Herbertz'schen Kupolofen werden die Gase durch ein Dampfstrahlgebläse abgesaugt und dabei Funken und Asche niedergeschlagen. Diese Ofenkonstruktion bietet die Vorzüge, dass die Gichtflamme beseitigt ist und dass das Reinigen der Düsen während des Betriebes fortfällt. Letztere Arbeit verursacht bei den Öfen älterer Konstruktion nicht selten Augenverletzungen. Bei den gewöhnlichen Öfen treten die Gase brennend aus der Gicht und können für die Arbeiter wie für die Nachbarschaft Feuersgefahr bedingen. Zur Beseitigung der letzteren sind über der Gicht geräumige, am besten massive Funken- oder Gichtkammern anzulegen.

Beim Trocknen der Formen, das auf offenen Koksheerden geschieht, treten Kohlenoxydvergiftungen auf. Bei der Herrichtung der Formen, namentlich beim Einstäuben mit Kohlenpulver, sowie beim Herausnehmen der fertigen Gusswaaren aus den Formen, atmen die Arbeiter solche Mengen von Kohlenstaub ein, dass bei denselben zuweilen „Kohlenlunge" beobachtet wird.

Das Giessen geschieht fast durchweg in den Abendstunden und wird daher mit einer gewissen Hast, teilweise sogar mit Überstürzung betrieben. Sehr häufig ist nun die Giesshalle schlecht beleuchtet und

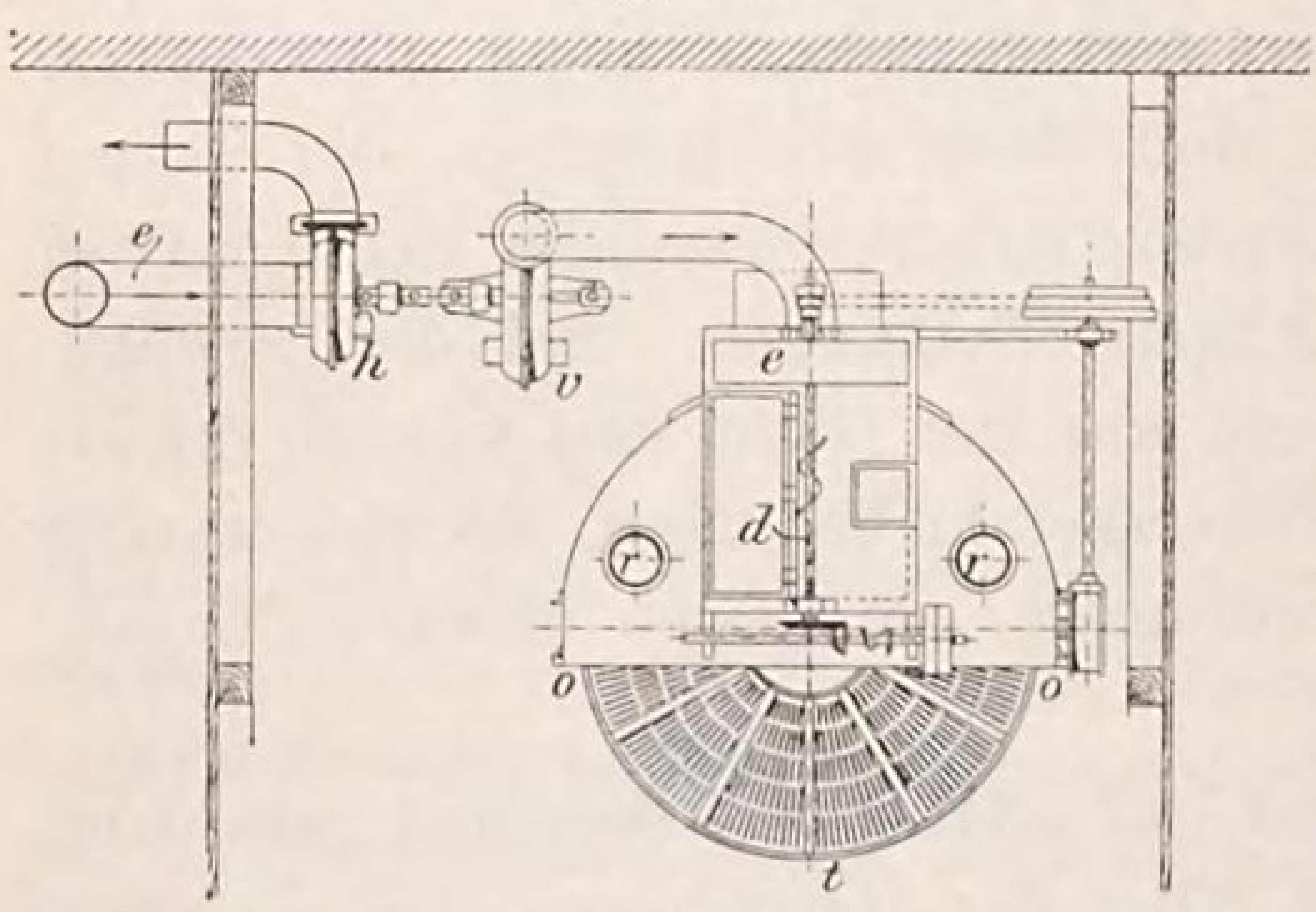
winkelig, ausserdem mit den Formkästen überfüllt, auch liegen wohl Werkzeuge zwecklos umher und ist nicht für genügend breite Durchgänge gesorgt; kommen nun noch Störungen der Beleuchtung durch Dämpfe und Qualm hinzu (entstehend durch Verdampfung der im Formsand enthaltenen Feuchtigkeit und durch Verbrennung der in den Kernen befindlichen vegetabilischen Beimengungen), so sind vielerlei Ursachen gegeben, die beim Austragen und Vergiessen des flüssigen Eisens Anlass zu Unfällen, namentlich zu Verbrennungen durch das beim Straucheln der Arbeiter aus den Pfannen ausfliessende Metall geben. Es können ferner dadurch Verbrennungen entstehen, dass die den Luftlöchern der Formen beim Eingiessen des Eisens entströmenden Stichflammen plötzlich hoch emporschlagen. Sind die Formen beim Eingiessen noch nass, dann können sogar heftige Explosionen erfolgen.

Fig. 714.



Ansicht.

Fig. 715.



Grundriss

Sandstrahlgebläse zum Putzen kleiner Gussstücke von Alfred Gutmann in Ottensen-Hamburg.

Um diesen Schädlichkeiten nach Möglichkeit zu begegnen, sind folgende Vorsichtsmaassregeln zu empfehlen: Die Arbeiter sind zu einem ruhigen und besonnenen Arbeiten anzuhalten; das Abgiessen muss so frühzeitig geschehen, dass die Arbeit ohne Hast ausgeführt werden kann; die Giesspfannen und Eisenstangen, mit denen das flüssige Eisen abgeschäumt wird, müssen vor dem Gebrauch angewärmt werden; schwere Giesspfannen sind mit selbstsperrender Kippvorrichtung zu versehen; die Giesshalle muss geräumig und übersichtlich sein; zwischen den Formkästen sind breite gangbare Wege frei zu lassen; die Beleuchtung muss ausreichend und zweckentsprechend sein; die Luftlöcher der Formen

sind mit etwa 2 m hohen Abzugsröhren zu versehen; die Giesshalle muss gut gelüftet, auch soll sie in der kalten Jahreszeit künstlich erwärmt werden, namentlich in den Stunden, wo die Formen zugerichtet werden.

Bei der Oberflächenreinigung der Gusswaaren fliegen beim Abschlagen der Gussnähte mittels des Meissels Eisenteile ab und führen Augenverletzungen herbei; ausserdem ist diese Arbeit mit einer ziemlich starken Staubentwickelung verbunden, die in der Regel noch dadurch gefördert wird, dass der auf dem Boden abgelagerte, aus Sand und Kohle bestehende Staub oft wochenlang nicht beseitigt wird. Da die Arbeit sehr oft in kleinen, dunklen und schlecht gelüfteten Räumen ausgeführt wird, so ist leicht zu ermessen, wie sehr der Organismus dadurch geschädigt werden muss. In neuerer Zeit hat man sich bemüht, die Arbeit des Gussputzens durch mechanische Einrichtungen zu bewirken. Für kleinere Gussstücke sind die Sandstrahlgebläse anwendbar.

Gut bewährt hat sich die von der Firma Alfred Gutmann in Ottensen-Hamburg gebaute Maschine (Fig. 714 u. 715). Die Stücke werden auf einem sich langsam drehenden runden Tische t ausgebreitet, über welchem bei d die Sandstrahldüse angebracht ist; sie wird von einem Ventilator v mit Luft und durch den Elevator e mit Sand versorgt. Die in der Linie o o liegende Öffnung über dem Tisch wird durch schmale Gummistreifen, die den zu reinigenden Stücken den Durchgang gestatten, geschlossen gehalten. Über dem Arbeitstisch t ist ein Exhaustor h mittels der Rohre r angeschlossen, welcher so stark saugt, dass an der Öffnung der Maschine über dem Tisch noch ein schwacher Lufteintritt bemerkbar ist. Da von der Maschine grössere Mengen Staub abgeführt werden, so kann die Nachbarschaft stark belästigt werden; dieserhalb ist es erforderlich, Vorkehrungen zur Niederschlagung des Staubes (Staubkammer, Staubfilter) zu treffen[1]).

Darstellung des Flusseisens und Flussstahls durch das Bessemer- und Siemens-Martin-Verfahren. Das im Hochofen gewonnene Roheisen wird im grossen durch das Bessemer- oder Siemens-Martin-Verfahren in Flusseisen oder Flussstahl umgewandelt.

Der Bessemerprozess beruht auf der Entkohlung des flüssigen Roheisens vermittels zahlreicher, durch dasselbe hindurchgepresster Windströme. Hierbei wird durch Oxydation des Siliciums, Eisens, Mangans und Kohlenstoffs eine so hohe Temperatur erzeugt, dass das der Oxydation ausgesetzte Material ohne Hinzuthun besonderen Brennstoffes auch bei fast völliger Entkohlung noch im flüssigen Aggregatzustande verbleibt und sich giessen lässt. Der Prozess wird meist in birnenförmigen Gefässen (Birnen, Konvertern) ausgeführt, durch deren Boden die Gebläseluft eintritt, seltener in feststehenden Öfen, durch deren Seitenwände die Gebläseluft in das Eisen gelangt.

Das Bessemern nach alter Methode geschieht in Birnen mit saurem Futter (Kieselsäure mit etwas Thon). Zu diesem Prozess gehört ein siliciumreiches, im übrigen reines Roheisen, da Phosphor gar nicht und Schwefel nur unvollkommen entfernt wird.

[1]) Tschorn, Die Sandgebläse. Zeitschr. d. Zentralstelle f. Arb.-Wohlfahrtseinr. 1895, S. 128 u. folgende.

In neuerer Zeit hat das Bessemern nach dem **basischen** (Gilchrist-Thomas-) Verfahren eine grosse Verbreitung gefunden. Bei diesem Verfahren wird die Birne mit einem Gemisch von gebranntem Dolomit und Theer ausgestampft. Das verwendete Roheisen kann hierbei hohen Phosphorgehalt haben, da der Phosphor bei dem Verfahren abgeschieden und in die Schlacke übergeführt wird.

Die Bessemerbirnen sind in zwei wagerechten Zapfen aufgehängt und sind durch hydraulisch angetriebene Zahnräder drehbar. Vor der Inbetriebsetzung wird die Birne angewärmt und dann soweit gesenkt, dass das flüssige Roheisen (direkt vom Hochofen kommend oder in Kupol- und Flammöfen flüssig gemacht) durch den Hals vermittels einer Rinne eingelassen werden kann. Nach dem Einlassen wird die Birne aufgerichtet und der Gebläsewind angelassen. Der Prozess dauert 10 bis 20 Minuten und scheidet sich in die Fein- oder Verschlackungsperiode, die Kochperiode und die Garfrischperiode. Will man Stahl darstellen, so wird gegen Schluss durch den Hals eine entsprechende Menge manganreiches Spiegeleisen oder Ferromangan hinzugesetzt, um den erforderlichen Kohlenstoffgehalt zu erhalten. Diese Rückkohlung wird bei dem basischen Verfahren auch mit fester Kohle (Gaskoks) vorgenommen. Der fertige Birneninhalt wird in Giesspfannen entleert, die über die Formen gebracht und ausgegossen werden.

Das Siemens-Martin-Verfahren zur Darstellung des Flussstahls besteht darin, dass in einem im Heerde eines Flammofens eingeschmolzenen Roheisenbade die Entkohlung durch Zusatz von Schmiedeeisen (Alteisen, Schrott) vorgenommen wird. Der Schmelzofen ist mit Siemens'schen Regeneratoren versehen und wird mit Generatorgasen betrieben. Man unterscheidet auch bei diesem Verfahren, je nach der Art des Futters, ein saures und ein basisches Verfahren. Das basische Futter besteht aus Steinen von gebranntem Dolomit.

Bei gutem Gange kann ein Ofen, einschliesslich der Reparaturen, zwei- bis viermal in 24 Stunden beschickt werden. Das fertige Produkt wird ebenso wie beim Bessemerprozess in Giesspfannen abgestochen und in Formen vergossen.

Die Arbeiter, welche in den Eisen- und Stahlwerken bei den vorstehend erwähnten Prozessen beschäftigt sind, sind ohne Ausnahme den bereits im Eingang dieses Abschnittes genannten Schädigungen ausgesetzt. Als besonders hervortretende, diesen Prozessen eigentümliche Schädlichkeiten und Gefahren sind folgende zu nennen:

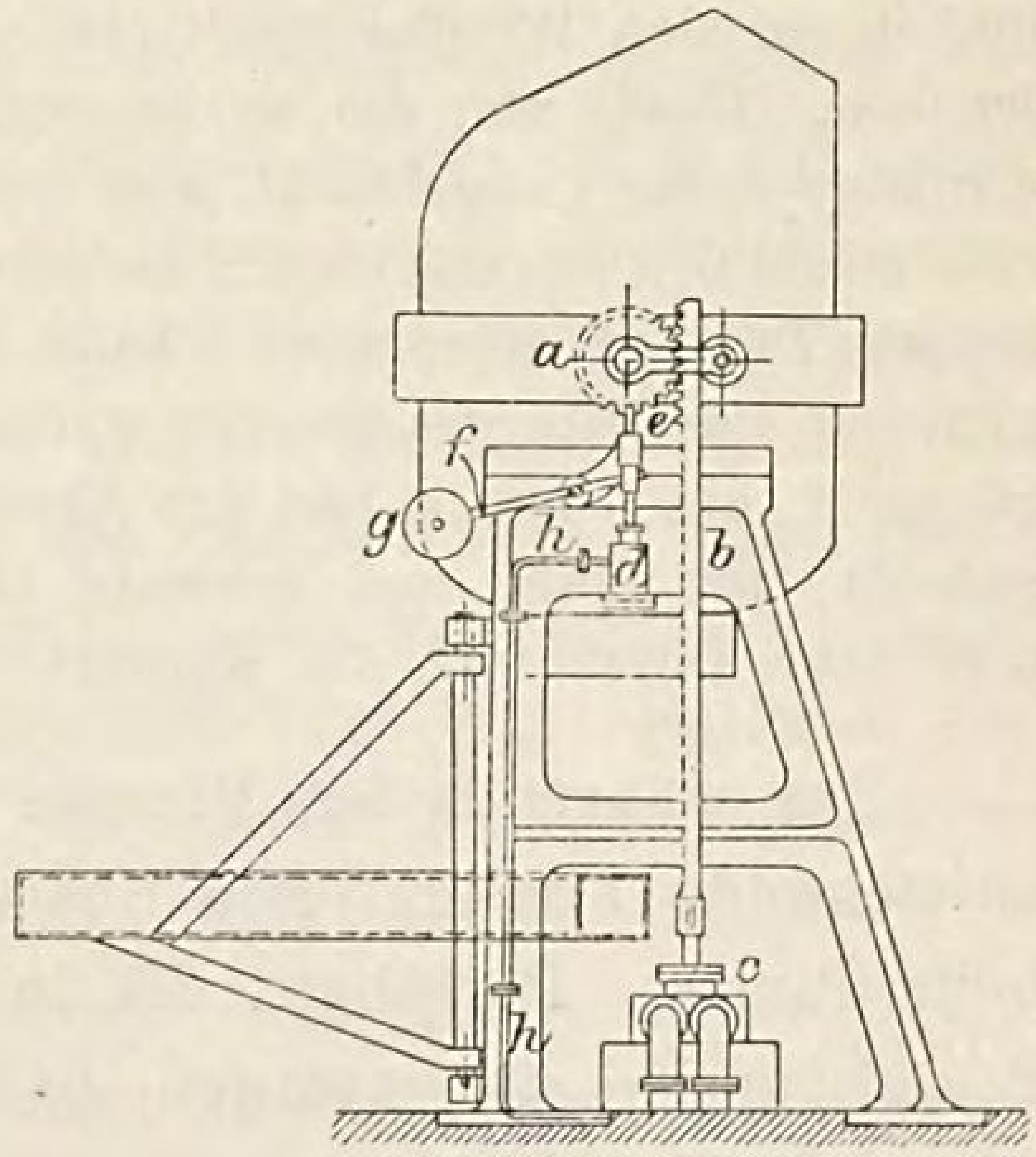
a) Beim Bessemerprozess: 1. Verbrennungen durch unbeabsichtigtes Kippen des gefüllten Konverters, durch den Funkenregen des sich hebenden oder senkenden Konverters, durch Umkippen der Giesspfannen, durch Schlackenspritzen und bei der Beförderung der Schlacken. 2. Explosionen durch Zutritt von Wasser zu den feuerflüssigen Massen. 3. Explosionen in den Windleitungsrohren der Konverter. 4. Unfallgefahr, die mit der Beseitigung des Konverterauswurfs verbunden ist. 5. Wasserdruckmangel bei den hydraulischen Hebeapparaten. 6. Schädigungen der Augen in den Trockenräumen für Konverterböden.

b) Beim Siemens-Martin-Prozess. 1. Verbrennungen durch Umkippen der Giesspfannen, durch Schlackenspritzen und bei der Beförderung der Schlacken. 2. Explosionen durch Zutritt von Wasser zu den

feuerflüssigen Massen. 3. Überanstrengung beim Einbringen des Einsatzes in den Ofen. 4. Einbruch der Ofengewölbe.

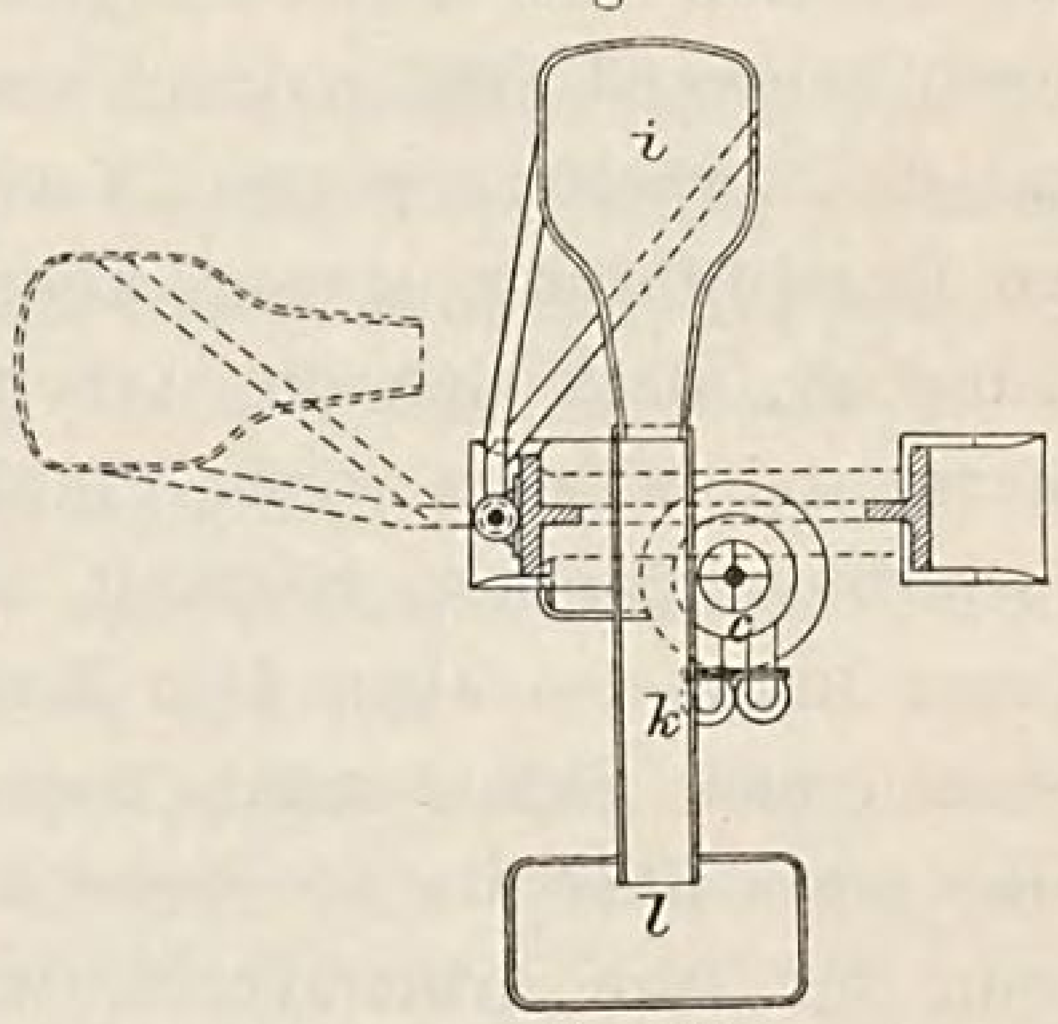
Hierzu ist, soweit der Bessemerprozess in Frage kommt, folgendes zu bemerken: Der Schwerpunkt der gefüllten Konverter liegt bei horizontaler oder annähernd horizontaler Lage in der Regel nach dem Halse hin, so dass ein unbeabsichtigtes Kippen in diesen Stellungen zum Ausfliessen des Inhalts und dadurch zu schweren Unfällen, insbesondere zu Verbrennungen Veranlassung geben kann. Dieser Fall kann eintreten beim Versagen des Wasserdruckes, welcher in der Regel zum Betriebe der Bewegungsmechanismen benutzt wird, oder durch Bruch eines Teiles der letzteren.

Fig. 716.



Ansicht.

Fig. 717.



Grundriss.

Konverter mit Sicherheitsvorrichtung gegen unbeabsichtigtes Kippen.

Um derartige Unfälle abzuwenden, ist auf dem Eisenwerk der Firma Gebrüder Stumm in Neunkirchen an dem Konverter eine selbstthätige Sperrvorrichtung angebracht, die in Fig. 716 und 717 abgebildet ist. Unter dem Stirnrade a ist an dem Lagerständer des Konverters ein hydraulischer Zylinder d von 120 mm Bohrung befestigt, in dem sich ein Kolben bewegt. Die Stange desselben ist oben mit einem zylindrisch geführten Stück e verbunden, welches in einen in die Zahnlücke des Rades a passenden Zahn endet. Die Kolbenstange besitzt unterhalb der Führung e einen Schlitz, in welchen ein zweiarmiger Hebel f eingreift, der am andern Arme ein Gegengewicht g trägt. Der Zylinder d ist durch eine Rohrleitung h mit der Druckwasserleitung in Verbindung gesetzt. Solange Druck in dieser Leitung vorhanden ist, wird der Kolben des Zylinders a nach unten getrieben, und der Zahn der Stange e bleibt ausser Eingriff; es kann sich demnach auch das Stirnrad a wie auch der Konverter durch die Zahnstange b drehen. Hört dagegen der Druck in der Leitung plötzlich auf, so wird der Kolben von d durch das Gewicht g nach oben bewegt, der Zahn der Stange e greift in das Zahnrad a ein und verhindert dieses, wie auch den Konverter an der Drehung.

Um die selbstthätige Wirkung auch bei anderen Störungen, z. B. beim Bruch der Zahnstange zu haben, ist am Steuertisch ein in die Rohrleitung h eingeschalteter Schieber angebracht, wodurch der dort jederzeit anwesende Maschinist die Rohrleitung h sofort abstellen und damit erreichen kann, dass das Gewicht g zur Wirkung und der Zahn der Stange e zum Eingriff kommt. Die Sperrvorrichtung ist schon mehrfach bei

Rohrbrüchen mit bestem Erfolg in Thätigkeit getreten. Die genannte Firma hat später die Einrichtung getroffen, dass der Konverter am Ringe so aufgehängt ist, dass der Schwerpunkt in allen Lagen stets nahe am Boden liegt. Zu diesem Zweck ist im Windkasten ein gusseisernes Gegengewicht angebracht, so dass sich der Konverter bei jedem Versagen der Drehvorrichtung, bei dem die obige Sperrvorrichtung nicht in Thätigkeit tritt, nahezu senkrecht stellen muss.

Ausserdem ist noch eine andere Sicherheitsvorrichtung gegen Ausbrechen der flüssigen Massen getroffen. Wenn nämlich der Gebläsewind abgestellt und ein schnelles Wiederanstellen nicht möglich oder zulässig ist, so wird das flüssige Metall durch die Pfeifen in den Windkasten treten und den schmiedeeisernen Boden desselben durchbrennen. Damit nun das ausbrechende Metall kein Unheil anrichten kann, ist eine Auffangepfanne i angebracht, aus welcher der Konverterinhalt durch die Rinne k nach dem neben den Lagerständern aufgestellten feuerfesten, mit Abstich versehenen Kasten l fliesst. Die Auffangepfanne i kann um die am Lagerständer angebrachte senkrechte Achse m zur Seite geschwenkt werden, wenn der Konverter gedreht werden soll. Die Pfanne i, die Rinne k und der Kasten l sind für gewöhnlich mit dünnem Blech abgedeckt, um Staub und Schmutz abzuhalten. Das Blech über der Auffangepfanne i wird beim Durchbruch des Konverterinhalts durchgebrannt.

Der während des Blasens beim Auf- und Abgehen des Konverters entstehende Funkenregen überschüttet eine beträchtliche Fläche des Arbeitsraumes. Personen, die in den Bereich desselben gelangen, können Brandwunden davontragen, es ist daher erforderlich, dass das Auf- und Abgehen des Konverters von der Steuerbühne aus vorher durch ein deutliches Signal bekannt gegeben wird, damit sich sämtliche Personen dem Bereich des Funkenregens entziehen können. Überhaupt ist zur Verhütung von Unfällen durch ausfliessende feuerflüssige Massen erforderlich, dass den Arbeitern genaue Verhaltungsmaassregeln gegeben werden und ihre Durchführung streng überwacht wird. So ist es beispielsweise erforderlich, dass sich die Arbeiter, während der Konverter gefüllt, geblasen und entleert wird, thunlichst von demselben entfernt halten und geschützt aufstellen, insoweit die Arbeitsverrichtungen solches zulassen. Ferner muss das über dem Konverter stattfindende Abstechen des Roheisens durch Signal nach unten bekannt gegeben werden. Die Giesshalle muss überdies so eingerichtet sein, dass die Arbeiter genügenden Raum für ihre Arbeitsverrichtungen, bequeme und gesicherte Treppen zwischen den einzelnen Arbeitsbühnen und schützende Deckungen haben.

Wenn die Giesspfanne von dem Ausleger eines hydraulischen Krahnes getragen und dadurch über die Formen (Coquillen) gebracht wird, so kann sich, wenn der hydraulische Druck in der Leitung zum Krahn plötzlich nachlässt, die Giesspfanne aufsetzen und schliesslich umkippen und auslaufen. Um dieses zu verhindern, wird unter dem Ausleger ein Stempel angebracht, der durch Aufsetzen auf das Mauerwerk der Giess-

grube die zulässige tiefste Stellung des Auslegers begrenzt[1]). Bei den neueren Bessemereianlagen ist die Anordnung derartig getroffen, dass die Giesspfanne von einer Schiebebühne getragen wird, welche die gefüllten Pfannen nach einer von den Konvertern entfernt liegenden Giessgrube befördert. Diese Anordnung besitzt in mehrfacher Beziehung Vorzüge, insbesondere werden die Giesser dem Bereich der Konverter entzogen.

Um Verbrennungen durch umherspritzende Schlacken oder durch flüssiges Metall zu vermeiden, ist darauf Bedacht zu nehmen, dass Wasser nicht mit denselben in Berührung kommt. Bei Verwendung von Schlackenkasten oder Schlackenhauben ist das Lokomotivpersonal beim Einlassen der Schlacken in angemessener Weise zu schützen, z. B. dadurch, dass zwischen Schlackentransportwagen und Lokomotive eine Kuppelstange von solcher Länge eingeschaltet wird, dass die Lokomotive von der Eingussstelle genügend weit entfernt bleibt. Eine solche Kuppelstange bietet noch den Vorteil, dass das Lokomotivpersonal auch während des Transports der flüssigen Schlacke gegen etwaige infolge von Stössen eintretende Explosionen und Verspritzen der Schlacke genügend gesichert ist. Es muss ferner darauf gehalten werden, dass die Schlackenkästen oder Hauben erst dann entleert werden, wenn die Schlacke genügend abgekühlt ist, andernfalls darf die Entleerung nur durch Abstich erfolgen. Nasse oder kalte Geräte dürfen nicht in flüssige oder nicht völlig erstarrte Schlacke gestossen werden, vielmehr müssen die Geräte zu diesem Zweck vorher angewärmt werden.

Um das Eintreten brennbarer Gase — die sich namentlich aus dem Teer des basischen Futters entwickeln — in die Windleitung beim Anwärmen der Bessemerbirnen und die hierbei entstehende Explosionsgefahr abzuwenden, wendet die Firma Dango & Dienenthal in Sieghütte bei den Windleitungen Explosionsklappen von ähnlicher Einrichtung an, wie dieselben für die Wind- und Gasleitungen der Hochöfen benutzt werden. Heinzerling[2]) beschreibt diese Einrichtung wie folgt:

„In dem Krümmer, welcher den Wind in den Zapfen der Birne führt, ist eine Öffnung angebracht, welche beim gewöhnlichen Betriebe durch ein dünnes Kupferblech verdeckt ist; dieses ist mittels eines Stehbolzens mit der ebenfalls aus Kupferblech hergestellten Klappe verbunden, welche um das Gelenk drehbar ist. Wird beim Anwärmen der Birne die Windleitung abgestellt, so fällt die Klappe auf den Sitz herunter und schliesst die Windleitung ab. Gleichzeitig ist dann auch die Öffnung geöffnet. Entwickeln sich nun beim Anwärmen der Birne brennbare Gase, so können dieselben selbst beim Umkehren derselben nicht in die Windleitung gelangen, sondern werden vielmehr durch die Öffnung ins Freie treten. Wird dagegen die Birne wieder angelassen, so hebt der Wind die leichte Klappe, und die mit ihr verbundene Scheide schliesst die Öffnung.“

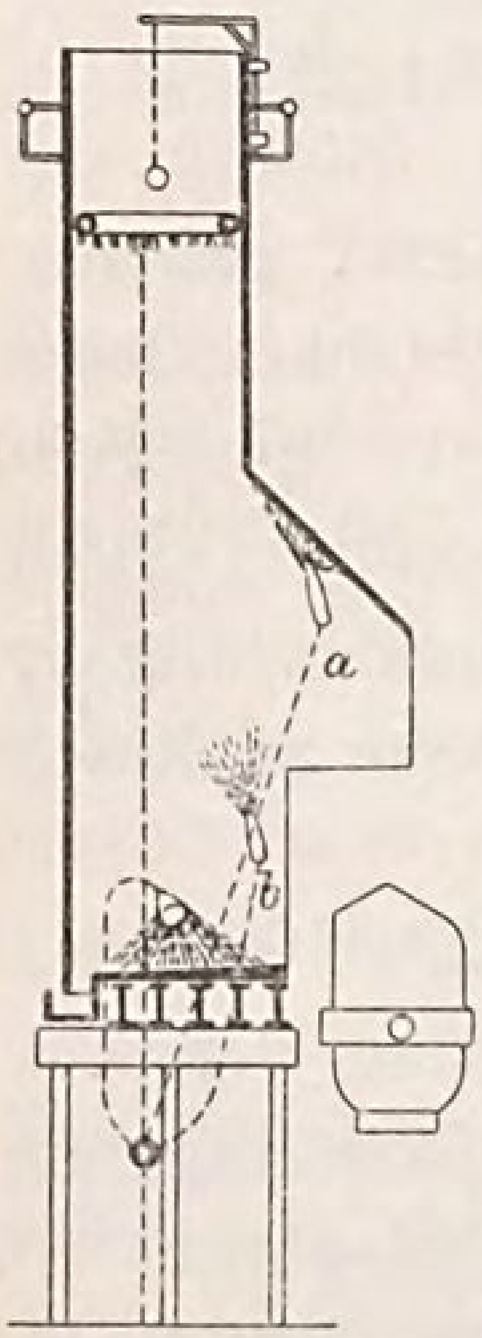
[1]) Vergl. Specht a. a. O. S. 21.

[2]) a. a. O. S. 154.

Während des Blasens werden aus dem Konverter glühende Massen mitgerissen und gegen die Wände des Kamins oder der Schutzdächer geschleudert, wo sie sich festsetzen und zu einem dicken Niederschlag anwachsen. Die Beseitigung dieses Auswurfes ist nicht nur lästig, sondern auch gefahrvoll. Um der aus diesen Arbeiten erwachsenden Gefahr zu begegnen, sind verschiedene Anordnungen angegeben worden. In Fig. 718 ist die vom Bochumer Verein für Bergbau und Gussstahlfabrikation getroffene Einrichtung, welche im Modell 1889 auf der Deutschen allgemeinen Ausstellung für Unfallverhütung ausgestellt war, zur Darstellung gebracht[1]).

Der Konverterkamin besitzt in seinem oberen Teil an jeder Seite zwei Rohre, a und b, welche durch Mundstücke Wasser in verschiedenen Höhen gegen die Hinterwand des Schornsteins spritzen. Ausserdem liegt im oberen Teil desselben ein nach dem Umfange gebogenes Rohr, aus welchem durch eine grosse Anzahl kleiner Löcher Wasser gegen die Wandungen gespritzt wird. Dieselben werden hierdurch derartig benetzt, dass sich der Auswurf nicht mehr ansetzen kann, sondern in granuliertem Zustande zu Boden fällt. Durch eine dicht über dem Boden in der Rückwand des Kamins angebrachte Öffnung fliesst das Wasser ab, und die granulierten Massen gelangen in eine Rinne, aus der sie leicht entfernt werden können. Etwaige sich dennoch im Schornstein bildende Ansätze können durch einen Arbeiter leicht und gefahrlos entfernt werden, da am oberen Teil des Schornsteins eine Bühne mit Krahn angebracht ist, durch welchen der Arbeiter in den Schornstein hinabgelassen wird. Die Innenseite des Kamins ist möglichst glatt; die Bleche sind stumpf mit einander durch Laschen und innen versenkte Niete verbunden.

Fig. 718.



Konverterkamin des Bochumer Vereins für Bergbau und Gussstahlfabrikation.

Die Arbeiter, die in den Trockenräumen für Konverterböden mit basischem Futter beschäftigt sind, leiden häufig an den Augen, und zwar ist dies auf die in reichlichen Mengen entstehenden Teerdämpfe zurückzuführen. Zur Vermeidung dieser Schädigungen wäre es angebracht, die Trockenräume so einzurichten, dass sie beim Zu- und Abbringen der Konverterböden nicht mehr von den Arbeitern betreten werden müssen.

Beim Siemens-Martinprozess sind zur Vermeidung von Verbrennungen, die durch Umkippen der Giesspfannen, durch Schlackenspritzen, beim Transport der Schlacken und durch Explosionen hervorgerufen werden, die gleichen Schutzmaassregeln geboten wie beim Bessemerprozess. Eine dem Siemens-Martinprozess eigentümliche, für die Arbeiter mit grossen Anstrengungen verbundene Arbeit ist das Einbringen der Beschickung.

[1]) Vergl. Specht a. a. O. S. 20.

Die letztere besteht zum grossen Teil aus schweren und sperrigen Stücken. Beim Einbringen in den Ofen müssen die Arbeiter dicht an die Thür des Ofens treten, in dem eine Temperatur von etwa 2000^0 C herrscht und dem eine entsprechende Hitze und ein sehr grelles Licht entströmt. Die Arbeiter müssen also verhältnismässig schwere Arbeit unter ungünstigsten Temperatur- und Beleuchtungsverhältnissen verrichten.

Auf dem der Aktiengesellschaft Lauchhammer gehörigen Eisenwerk in Gröba wird zum Beschicken neuerdings eine durch Elektromotoren bewegte Chargiermaschine benutzt, die von einem Mann bedient wird und die die ganze Arbeit des Beschickens in sehr kurzer Zeit bewerkstelligt. Die Einrichtung, nach amerikanischem Vorbilde auf dem genannten Werke entworfen und, soweit elektrische Apparate in Frage kommen, von der Firma Aktiengesellschaft Elektrizitätswerke (vorm. O. L. Kummer & Co.) in Dresden geliefert, besteht darin, dass das Einsatzmaterial auf dem Hofe in eiserne Mulden gethan wird, die zu dreien oder zu vieren auf kleine Wagen gebracht werden. Mehrere solcher Wagen werden zusammen mittels eines elektrischen Motors vor den Ofen gebracht. Auf einem zweiten parallel laufenden Geleise bewegt sich die eigentliche Chargiermaschine, ein grosser Wagen, auf dem ein grösserer und drei kleinere Elektromotoren angebracht sind, die alle Verrichtungen besorgen, durch welche der Inhalt der Mulden in den Ofen befördert wird. Ein Mann, der etwa 6 m vom Ofen entfernt steht, bewirkt mit vier Hebeln mühelos die Steuerung. Einer der Elektromotoren bewegt den Wagen parallel zur Front der Öfen nach beiden Seiten, ein zweiter bewegt den Schwengel, der die Mulde erfasst und in den Ofen schiebt, ein dritter, ganz kleiner Elektromotor bewirkt die zum Ausschütten erforderliche Drehung der Mulde, und ein vierter stärkerer Elektromotor besorgt das Heben und Senken des Schwengels mit der am Ende hängenden geladenen Mulde[1]).

Derartige Maschinen, die in Amerika schon vielfach im Gebrauch und durch Dampf, durch Hydraulik oder pneumatisch angetrieben werden, sind mit Rücksicht auf den Arbeiterschutz als ein wesentlicher Fortschritt zu begrüssen.

Der Martinprozess bedingt häufige Reparaturen des Ofengemäuers; die Ausführung derselben ist nicht ungefährlich, namentlich ereignet es sich, dass die Ofengewölbe einbrechen, wenn dieselben sorglos und ohne Vorsichtsmaassregeln betreten werden. Die mit den Reparaturen betrauten Arbeiter sind demgemäss mit strenger Anweisung zu versehen, dass sie die Ofengewölbe nur auf Brettern, die Anker als Stützpunkte haben, betreten dürfen. Die Erneuerung der Gewölbe ist für die Arbeiter in dem Falle sehr angreifend, wenn das Ofengemäuer nicht ganz abgekühlt ist. Diese Arbeit ist nur zu dulden, wenn der Ofen nach Abbruch des alten Gewölbes mit Ziegelbrocken ausgefüllt wird, damit eine hinreichend kühle Oberfläche gebildet wird, auf welcher die Gewölbebogen aufgeführt werden können.

Thomasschlackenindustrie. Die bei den vorstehend besprochenen basischen Prozessen entstehende Schlacke, die sogenannte Thomasschlacke,

[1]) Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen Bd. 37, S. 39.

bildet ihres Phosphorgehalts wegen eins der wichtigsten mineralischen Düngemittel. Ihre Verarbeitung erfolgt zumeist in besonderen, an die Bessemerwerke angeschlossenen Anlagen und hat der mit ihr verknüpften Gesundheitsgefahren wegen in neuester Zeit ganz hervorragend das Interesse der Hygieniker in Anspruch genommen. Im I. Abschnitt, S. 88, ist über die Zusammensetzung der Thomasschlacke und die Art des Zustandekommens der bei den Thomasschlackenmüllern beobachteten Lungenaffektionen das Nötige gesagt. Sie wirkt namentlich schädigend durch ihre scharfkantige Struktur und durch ihren hohen Gehalt an Ätzkalk, wenn sie in staubförmigem Zustande eingeatmet wird. Die Verhütung der durch sie bewirkten Schädlichkeiten ist also wesentlich eine Frage der Staubverhütung.

Es sind mehrfach Vorschläge gemacht, die Thomasschlacke möglichst unter Ausschluss eines Mahlprozesses aufzuschliessen, aufzulockern, und in Staub zu verwandeln[1]). Vom hygienischen Standpunkte aus sind diese Versuche nur beifällig zu begrüssen, da hierdurch der Hauptübelstand, der sich bei der Verarbeitung der Thomasschlacke ergeben hat, die intensive Staubbildung, zum grossen Teil beseitigt wird. Da er aber nicht gänzlich wegfällt, insofern das Produkt schliesslich immer noch in einen mehlförmigen Zustand übergeführt werden muss, also eine Mühlenanlage doch erforderlich ist und das vorherige Rösten und Schmelzen einen nicht unerheblichen Aufwand von Brennmaterial bedingt, so erscheint vom reinen Zweckmässigkeitsstandpunkte aus das Vermahlen der erkalteten Schlacke als das einfachere Verfahren, das deshalb auch einstweilen noch das fast allein angewandte ist.

Bei der ausserordentlich schädlichen und infolge der durch sie bedingten sehr akuten Erscheinungen besonders augenfälligen Einwirkung des Thomasschlackenstaubes auf die in dieser Industrie beschäftigten Arbeiter, hat es an mannichfachen Versuchen nicht gefehlt, die mit der mechanischen Verarbeitung des Rohmaterials verbundene Staubentwickelung einzuschränken oder ganz zu beseitigen. Interessant sind namentlich in dieser Hinsicht die durch ein Preisausschreiben von Gebrüder Stumm in Neunkirchen hervorgerufenen Entwürfe, die auf der Berliner Ausstellung für Unfallverhütung vereinigt waren, sowie die im Anschluss an diese Arbeiten eingeführten Verbesserungen. Im V. Abschnitt, S. 407, ist eine derartige Anlage ausführlich besprochen. In Bezug auf manche wichtige Einzelheiten sei hier noch auf den Oppler'schen Bericht (a. a. O. S. 135 ff.) verwiesen. Als die wirksamste Einrichtung zur Staubverhütung

[1]) Vergl. Oppler, Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung II. Bd., 2. Hälfte, S. 132.

hat sich wohl auch auf diesem Gebiete die Verwendung von Kugelmühlen bewährt. Auch dieserhalb kann auf den V. Abschnitt verwiesen werden.

Beiläufig sei hier bemerkt, dass die Thomasschlacke ihre schädliche Einwirkung auf die Gesundheit der mit ihr beschäftigten Arbeiter weit über den Ort ihrer Fabrikation hinaus geltend macht. Es sind Fälle beobachtet, dass die Arbeiter beim Verfrachten des Schlackenmehls weit ab von den Fabriken unter denselben Erscheinungen erkrankten, wie sie in den Schlackenmühlen beobachtet werden[1]), und dasselbe hat sich sogar bei den ländlichen Arbeitern wiederholt, die mit dem Ausstreuen des Düngemittels befasst waren[2]). Grund genug, auch hier auf Vorbeugungsmaassregeln zu sinnen.

Ausser den allgemeinen vorbeugenden Schutzmaassregeln, die zur Beseitigung der durch Staubentwickelung entstehenden Schädigungen geboten sind, ist bei den in Schlackenmühlen beschäftigten Arbeitern darauf Bedacht zu nehmen, dass sie nur in kurzen Arbeitsschichten arbeiten und, wenn angängig, zeitweise mit anderen Arbeiten in staubfreier Atmosphäre beschäftigt werden. Im übrigen sind ausreichende Wasch- und Badevorrichtungen zur Verfügung zu stellen, auch ist darauf zu halten, dass die Arbeiter sich vor den Mahlzeiten, die nicht in den stauberfüllten Arbeitsräumen eingenommen werden dürfen, den Mund reinigen können.

Puddel-, Walz- und Hammerwerke. Die Walz- und Hammerwerke sind unzertrennliche Bestandteile der Puddelwerke, und obwohl sie bei den Bessemerwerken, Martinwerken u. a. ebenfalls in der Regel vorhanden sind, so werden sie am zweckmässigsten hier im Zusammenhang mit den Puddelwerken besprochen.

Die Verarbeitung des Roheisens zu Schweisseisen (Schmiedeeisen) geschieht im grossen fast ausschliesslich durch den Puddelprozess. Die Puddelöfen sind Flammöfen, auf deren Heerde das zu entkohlende Roheisen eingeschmolzen wird. Der Zutritt der entkohlend wirkenden Luft wird durch Rühren (Puddeln) herbeigeführt. Das Bestreben, die Handarbeit durch mechanische Hülfsmittel zu ersetzen, führte zur Konstruktion des mechanischen Puddlers, wodurch aber keine befriedigenden Erfolge erzielt worden sind. Später hat man bewegliche Öfen angewendet (sogenanntes Drehpuddeln), die aber auch nur vereinzelt Eingang gefunden haben. Weitaus die meisten Puddelwerke benutzen lediglich Handarbeit. Die Bedeutung des Puddelprozesses für den Grossbetrieb hat neuerdings wesentlich verloren, da das im Puddelofen gewonnene Schweisseisen überall durch das im flüssigen Zustande dargestellte (schmiedbare) Flusseisen verdrängt wird.

In der Regel wird jeder Puddelofen von vier Puddlern bedient, und werden

[1]) Sack, Schriften der Zentralstelle für Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen No. 6, S. 147. Berlin 1894.

[2]) Sommerfeld, Zur Frage der Einwirkung des Thomasschlackenstaubes auf die Gesundheit der Arbeiter. Zeitschrift der Zentralstelle für Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen 1895, No. 10.

ausserdem noch zwei Arbeiter zur Heranschaffung des Roheisens, der Kohlen, zur Abfuhr der Schlacken u. s. w. gebraucht. Diese Arbeiter wechseln so ab, dass je drei den Ofen 12 Stunden lang bedienen. Eine Hitze vom Einsatz des Roheisens bis zum Herausnehmen der Luppen dauert je nach den angewendeten Temperaturen und der Beschaffenheit des Roheisens $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Stunden. Die im Ofen fertiggestellten Luppen werden direkt auf zweirädrigen Karren an die Dampfhämmer gefahren, um von Schlacken befreit zu werden. Nachdem diese Arbeit vollendet ist, werden die Luppen im Walzwerk zu Rohschienen (Platinen) ausgewalzt, um demnächst packetiert und zu Fertigfabrikaten (Profileisen, Kesselblech, Draht u. s. w.) verarbeitet zu werden.

Die Puddelarbeit ist eine äusserst anstrengende Arbeit, indem die Arbeiter einerseits grosse Muskelarbeit bei der Handhabung des Gezähes aufzuwenden haben, andererseits durch grosse Hitze belästigt werden. Es sind demnach bei den Puddlern Katarrhe, Asthma und Lungenentzündungen verhältnismässig häufige Erscheinungen, und ausserdem leiden sie infolge des blendenden Lichtes, welches das Eisen ausstrahlt, viel an Augenkrankheiten. Um diesen Schädlichkeiten zu begegnen, ist zu fordern, dass die Puddelöfen gehörigen Abstand von einander haben, dass die Dampfkessel, welche meistens zur Ausnutzung der Abhitze mit den Puddelöfen verbunden sind, den Arbeitsstellen genügend fern gerückt sind, dass die Schlackenschirme durch Wasser gekühlt werden und dass die Hüttenräume hoch und gut gelüftet sind. Zum Schutze der Augen sind blaue Brillen zu tragen. Die weiteren vorbeugenden Schutzmaassregeln, welche hier nötig erscheinen, sind allgemeiner Natur und sind bereits im ersten Teil dieses Abschnittes besprochen.

Andere, dem Puddelprozess eigentümliche Schädlichkeiten liegen mehr auf dem Gebiete der Unfallgefahr. Es sind hier zu nennen: 1. Explosionen beim Abkühlen der Puddelöfen, 2. Gefahren, die aus dem Betriebe der Dampfkessel erwachsen, welche durch die Abhitze der Puddelöfen befeuert werden, 3. Explosionen bei Anwendung von Gasfeuerungen, 4. Verbrennungen durch umherspritzende oder ausfliessende Schlacken, und 5. Unfälle durch Einsturz der Ofengewölbe beim Betreten derselben.

Das Abkühlen der Puddelöfen geschieht, nachdem die Luppen herausgenommen sind, oder auch dann, wenn der Ofengang zu heiss goworden ist. Zu diesem Zweck wird Wasser auf den Heerd geschüttet; wird dabei unvorsichtig verfahren, gelangen namentlich grössere Wassermengen unter die Schlackendecke, so können heftige Explosionen herbeigeführt werden. Zur Vermeidung solcher Unfälle ist angeordnet worden, dass das Wasser durch Gasrohre oder in Form eines Sprühregens eingelassen wird. Die Unfallverhütungsvorschriften der Rheinisch-Westfälischen Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft geben für die Arbeiter folgende Weisung (§ 153):

„Zum Kühlen des Puddelofenheerdes darf nur reines Wasser genommen werden. Dasselbe ist entweder mittels Röhren langsam einzuführen, oder mittels reiner Gefässe langsam einzugiessen; werden Gefässe benutzt, so ist der Rest des Wassers nicht in den Ofen zu giessen, damit etwaiger Bodensatz in den Gefässen zurückbleibt. Auch ist vorher die Schaffplatte gehörig zu reinigen, damit keine Schlacke mit in den Ofen hineingespült werden kann."

Als weitere Vorsichtsmaassregel wird empfohlen, die Arbeitsthür wie auch den Rauchschieber während des Kühlens offen zu lassen, weil dann etwaige Explosionen an Heftigkeit verlieren.

H. Ross[1]) hat einen Puddelofen mit ständiger Wasserkühlung konstruiert, wodurch neben anderen Vorzügen die Beseitigung der vorstehend beschriebenen zeitweisen Wasserkühlung erreicht wird.

Die Abhitze der Puddelöfen (und der Schweissöfen) wird zur Erhitzung von Verbrennungsluft, zum Vorwärmen von Roheisen und zur Dampferzeugung benutzt. Die letztgenannte Verwertungsweise ist ziemlich verbreitet und bedingt für die Puddelwerke eine, anderen Dampfkesselbetrieben gegenüber, erhöhte Unfall-(Explosions-)Gefahr. Namentlich haben die vielfach zur Anwendung gelangenden stehenden Kessel bedeutende, die Explosionsgefahr erhöhende Nachteile. Dieselben haben nämlich eine solche Höhe, dass der Wasserspiegel stets weit über dem Stande des Puddlers liegt und nicht gut beobachtet werden kann, auch ist der Wasserstand meistens schlecht beleuchtet. Bei diesen Kesseln hat ferner der Wasserspiegel im Verhältnis zur Dampfentwickelung eine sehr kleine Fläche, was zur Folge hat, dass der Wasserspiegel verhältnismässig schnell sinkt. Wenn also bei der Speisung Unachtsamkeiten vorkommen, so kann leicht ein Erglühen der Kesselplatten und Explosion erfolgen. Ferner haben die Dampfkessel den grossen Übelstand, dass die Stichflamme auf die Kesselbleche sehr schädlich wirkt und dass überhaupt eine verhältnismässig energische Oberflächenrostung vor sich geht, durch welche die Kesselbleche rasch abgenutzt werden. Wedding[2]) empfiehlt folgende Vorsichtsmaassregeln für stehende Kessel:

1. Die höchste Stelle der Feuerzüge unter dem niedrigsten Wasserstand ist nicht, wie es das deutsche Regulativ vorschreibt, nur zu 10 cm, sondern mindestens zu 20 cm zu nehmen.

2. Die Feuergase des Ofens müssen sich vom Zutritt in den Kesselheizraum jederzeit absperren lassen. Es muss zu diesem Zweck im Fuchs ein Schieber angebracht sein, ausserdem aber bei Schluss des letzteren den Feuergasen ein anderer Ausweg gewährt werden können, was namentlich bei Gasfeuerung unentbehrlich ist. Sind die Feuerungen vieler Öfen mit einer gemeinschaftlichen Esse verbunden, so genügt es, einen Zweigkanal vom Fuchs anzulegen, welcher den Kessel umgeht; ist dies nicht der Fall, so muss auf dem Fuchs eine während des Kesselbetriebes geschlossene Blechesse

[1]) Dingler's polytechnisches Journal Bd. 190, S. 102.

[2]) Wedding, Die Darstellung des schmiedbaren Eisens, S. 197. Braunschweig 1875.

angeordnet sein, deren Mündung am besten bis ins Freie führt und die nur einen geringen Querschnitt zu haben braucht, oder der Fuchs muss mit leicht abnehmbaren Gewölbestücken, sogenannten Fuchsdeckeln, versehen werden. (Jede Gewölbesteinschicht ist zu diesem Zweck mit Eisen verankert und oben mit einer Öse versehen.)

3. Ist mit dem Kessel eine gemauerte Esse verbunden, so ist der Kessel nicht in die Wand derselben einzumauern, sondern möglichst getrennt davon aufzustellen, damit bei einer etwaigen Explosion nicht der Einsturz der Esse eine unbedingte Folge sei.

Die Gefahren, welche den Arbeitern bei Verwendung von Gasfeuerungen drohen, bestehen in Explosionen, die in den Generatoren oder in den Gasleitungen vorkommen oder die eintreten können, wenn die Feuerungsgase im Puddelofen entzündet werden. Um diesen Gefahren zu begegnen, muss das die Gase zu den Öfen leitende Rohr hinreichend dicht gehalten werden, um den Eintritt von Luft und die Bildung explosibler Gemische zu verhindern. Am besten wird der Nachteil kleiner Öffnungen und Risse dadurch verhindert, dass das Gas einen geringen Überdruck über den Druck der Atmosphäre erhält. Dies ist bei einem einfachen Zuggenerator dann nicht ausführbar, wenn die Gasleitung horizontal geht, da die saugende Wirkung der Puddelofenesse die Pressung im Gasrohr vermindert. Aus diesem Grunde führt man das mit einer Temperatur von 140° bis 200° C aus dem Generator tretende Gas zuvörderst in einem senkrechten Rohr etwa 6 m aufwärts, dann horizontal fort und lässt es erst vor dem Ofen wieder abwärts steigen. Das Gas nimmt infolge der Abkühlung an Dichtigkeit zu und drückt also das in dem abwärts steigenden Rohr befindliche Gas in den Ofen.

Bei der Inbetriebsetzung der Puddelöfen mit Gasfeuerung muss zur Vermeidung von Explosionen — ebenso wie bei den zu Feuerungszwecken benutzten Hochofengasen (vergl. S. 734) — dafür gesorgt sein, dass das Gas durch Hülfsfeuer stets die nötige Entzündungstemperatur findet.

Die Vorsichtsmaassregeln, die bei der Behandlung der Schlacken zu treffen sind, weichen im allgemeinen nicht wesentlich von denen ab, die im Vorstehenden genugsam erörtert wurden. Die Rheinisch-Westfälische Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft bestimmt hierüber folgendes:

„Die aus dem Fuchs bei Puddel- und Schweissöfen austretenden flüssigen Schlacken sind in Sand- oder Aschenmulden oder in geeigneten Kästen aufzufangen und langsam erkalten zu lassen oder sofort nach dem Ausfliessen auf ein Sand- oder Aschenbett mit einem Wasserstrahl oder einer Brause zu behandeln. Die Schlackenkästen dürfen erst dann entleert werden, wenn die Schlacke hinlänglich abgekühlt ist.

„Feuchte Haken in die flüssige Schlacke einzutauchen, ist streng untersagt. Ebenso ist das Einwerfen von nassen Schlacken in die flüssige Schlacke des Ofens streng untersagt.“

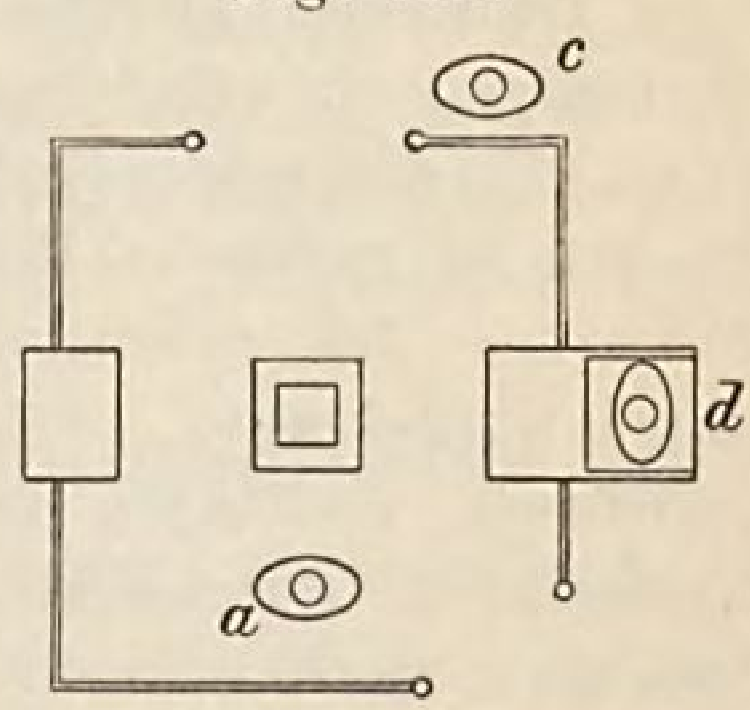
Hinsichtlich der Unfallgefahr, die besteht, wenn die Ofengewölbe der Puddelöfen oder Schweissöfen betreten werden, bestimmt dieselbe

Berufsgenossenschaft, dass die Gewölbe an Öfen, die im Betriebe oder noch heiss sind, nicht betreten werden dürfen.

Hammerwerke. Zum Hämmern (Zängen) der im Puddelofen gewonnenen Luppen, zum Schmieden der Packete und der im Bessemer-, Martin- u. s. w. Prozess gewonnenen Brammen und Blöcke dienen mechanisch angetriebene Hämmer. Meistens werden dieselben durch Dampfkraft bewegt. Der Betrieb der Hämmer birgt für die an denselben beschäftigten Arbeiter in zweierlei Hinsicht besondere Gefahrenquellen in sich, und zwar dadurch, dass 1. der Hammerbär unerwartet herabfallen und den am Ambos beschäftigten Arbeitern schwere Verletzungen beibringen kann, und 2. dadurch, dass die beim Hämmern und Schmieden aus den Luppen ausspritzende Schlacke oder dass abspringende feste Körper Verbrennungen oder sonstige Verletzungen herbeiführen können.

Zur Abwendung der erstgenannten Gefahr hat die Betriebsleitung in erster Linie dafür zu sorgen, dass der Hammerführer ein zuverlässiger und besonnener Mann ist und dass überhaupt die grösste Vorsicht beobachtet wird. Namentlich muss der Hammerführer einen Platz erhalten, von dem aus er den Ambos bequem übersehen kann; ferner ist Sorge zu tragen, dass der Steuerhebel durch seine Lage und durch geeignete Sperrvorrichtungen so gesichert ist, dass er nicht durch unbeabsichtigte Berührung, z. B. beim Ausgleiten und Straucheln eines Arbeiters, ausgelöst und damit der Hammerbär zum plötzlichen Niedergehen gezwungen werden kann. Auf dem Ambos und an dem Hammerbär darf überhaupt erst dann mit den Händen gearbeitet werden, wenn der Hammerbär gegen Herunterfallen gesichert ist. Bei den Arbeiten zum Ein- und Ausbauen von Hammersätteln und bei ähnlichen Arbeiten muss der hoch gezogene Hammerbär entweder durch eine besondere Vorrichtung festgehalten oder aber durch kräftige Balken oder dergleichen sicher abgestützt werden.

Fig. 719.



Luppendampfhammer von Funcke & Elbers in Hagen i. W.

Gegen die aus den Luppen und Packeten ausspritzenden Schlacken sind die an der Arbeit unbeteiligten Personen dadurch zu schützen, dass die Hämmer mit eisernen Schutzschirmen umgeben werden; die Schmiede sind durch Drahtmasken, Schurzfelle und Gamaschen zu schützen.

Die Firma Funcke & Elbers in Hagen i. W. hat an ihren Luppendampfhämmern die in Fig. 719 dargestellte Einrichtung getroffen.

Zum Auffangen der umherspritzenden glühenden Eisenschlacken dienen eiserne Schutzbleche. Der Luppenschmiedemeister, a, welcher die Luppen unter dem Hammer

zu wenden hat — und zwar möglichst so, dass der Hauptschlackenstrom gegen die Schutzbleche fliegt —, trägt zum Schutz gegen die Schlacken eine Drahtmaske vor dem Gesicht, während der Oberkörper durch ein Schurzfell, die Beine durch Ledergamaschen geschützt sind. Der Stand d des Hammerführers liegt so hoch, dass derselbe von den spritzenden Schlacken kaum erreicht wird; er ist aber dennoch mit einem Schutzschirm umgeben. Der Luppenschlepper hat beim Schmieden nicht zu helfen und nimmt während dieser Arbeit seinen Stand hinter dem Schutzblech bei c.

Bei der Hammerarbeit sind im übrigen noch folgende Vorsichtsmaassregeln geboten: 1. Bei den Luppenhämmern ist zu verbieten, dass auf nassem Ambos geschmiedet wird. 2. Beim Brammen- oder Blockschmieden darf kein Hebel mit aufgebogener Spitze angewendet werden. 3. Beim Behauen und Zerteilen von Schmiedestücken, Blöcken u. dergl. ist Sorge zu tragen, dass die Messer vor dem Gebrauch genügend angewärmt sind und dass zuletzt nur leichte Schläge gegeben werden. 4. Beim Zerschlagen kalter Eisen- und Stahlstücke haben die Arbeiter vor jedem Schlage Schutz hinter den Hammerständern oder hinter Schutzschirmen zu suchen, auch sind alle unbeteiligten Leute fernzuhalten.

Walzwerke. Den unter dem Hammer gezängten Luppen und Packeten oder den Flusseisenblöcken wird durch Walzen eine bestimmte Form gegeben.

Man unterscheidet Walzwerke mit zwei oder drei übereinander liegenden horizontalen Walzen. Sofern nicht Bleche gewalzt werden sollen, müssen die Walzen Furchen oder Kaliber von verschiedenen Tiefen haben, durch welche das glühende Metall beim Umlauf der in entgegengesetzten Richtungen sich bewegenden Walzen hindurchgedrückt wird. Da die Stäbe durch verschiedene Kaliber hindurchgehen müssen, so muss beim Walzwerk mit zwei Walzen entweder nach jedem Durchgang der Stab gehoben und über die Oberwalze zurückgereicht werden, oder es hat nach jedem Durchgang eine Umkehrung der Walzenbewegung stattzufinden. Bei drei Walzen (Drillings- oder Triowalzen) ist dies nicht erforderlich, denn hier geht der zwischen dem einen Walzenpaar durchgeführte Stab zwischen dem andern Walzenpaar wieder zurück. Diese Einrichtung erfordert aber vor und hinter den Walzen bewegliche Tische, die den zu walzenden Block abwechselnd heben und senken. Die Übertragung der Bewegung der nebeneinander liegenden Walzen von Walze zu Walze geschieht durch Kuppelungen, welche hinreichend beweglich sein müssen, um bei den verschiedenen Stellungen der Walzenachsen sowie bei Einlegung von Walzen mit wechselndem Durchmesser auszureichen. Gewöhnlich wird zwischen die gegenüberliegenden, meist kreuzförmig gestalteten Kuppelungszapfen der entsprechenden Walzen ein gleich geformtes Kuppelungsstück eingeschaltet, auf welchem sich Muffen mit kreuzförmigen Hohlräumen befinden. Letztere werden über die Verbindungsstellen geschoben und durch eingeschaltete Holzstücke, welche mit Eisenbändern, Draht oder Riemen umschlungen werden, an einer Verschiebung während des Betriebes verhindert.

Dem Walzwerksbetrieb sind folgende besonderen Gefahren für die in demselben beschäftigten Arbeiter eigen: 1. die Schwere der Arbeit, verbunden mit den schädlichen Einwirkungen raschen Temperatur-

wechsels, 2. die Gefahr, durch ausspritzende Schlacken verbrannt zu werden, 3. die Gefahr, durch die austretenden glühenden Stäbe (namentlich solche von kleinerem Querschnitt) gestreift oder gespiesst zu werden, 4. die Gefahr, durch die beim Wenden und Einführen der Stäbe benutzten Hebel, Stangen u. dergl. verletzt zu werden, und 5. die Möglichkeit, durch die bei den Walzen umlaufenden Teile, insbesondere durch die Kuppelungen, verletzt zu werden[1]).

Zum Teil sind diese Gefahren nur dadurch zu vermeiden, dass zu der Arbeit kräftige, besonnene und geschickte Arbeiter gewählt werden, denen Vorsicht und Nüchternheit ganz besonders zur Pflicht gemacht wird. So sind beispielsweise die durch das Ausspritzen von Schlackenteilen bedingten Gefahren wohl durch geeignete Schutzvorrichtungen zu vermeiden. Nicht so dagegen die Verletzungen, die durch unerwartete Berührung mit den schnell aus den Walzen kommenden Stäben verursacht werden. Die Vermeidung dieser Gefahren hängt fast lediglich von der Aufmerksamkeit und Gewandtheit der Arbeiter ab. Der Betriebsleitung liegt es allerdings ob, dass sie jedem Arbeiter einen bestimmten Posten anweist und genaue Verhaltungsmaassregeln giebt, auch mit Strenge darauf achtet, dass die ergangenen Weisungen befolgt werden.

Drahtfabrikation. Die dickeren Drahtsorten werden wie Rundeisen durch Walzung, die dünneren Sorten, etwa von 4 mm Durchmesser abwärts, im kalten Zustande mit Hülfe von Ziehbänken hergestellt.

Zur Herstellung des Walzdrahtes dienen Feineisenwalzwerke, deren Walzen 200—500 Umdrehungen in der Minute machen. Die Streckung des Rohmaterials (Drahtknüppel) geschieht durch abwechselnde Quadrat- und Ovalkaliber; der Draht geht gleichzeitig durch zwei bis drei Kaliber, weshalb das Walzen eine grosse Geschicklichkeit erfordert. Beim Austreten aus dem Walzwerk wird der etwa 60 m lange Draht auf eine durch eiserne Stäbe gebildete, mit der Hand, oder aber durch das Walzwerk selbst mechanisch gedrehte Trommel aufgewickelt. Das Drahtbündel wird in noch warmem Zustande abgestreift und zum Erkalten niedergelegt. Bei manchen Sorten erfolgt das Erkalten langsam in Retorten.

Die hauptsächliche Unfallgefahr bei diesem Betriebe besteht darin, dass die unteren Körperteile der Arbeiter in Schlingen geraten können, wie sie durch den mit grosser Geschwindigkeit durch die Walzen gehenden Draht häufig gebildet werden.

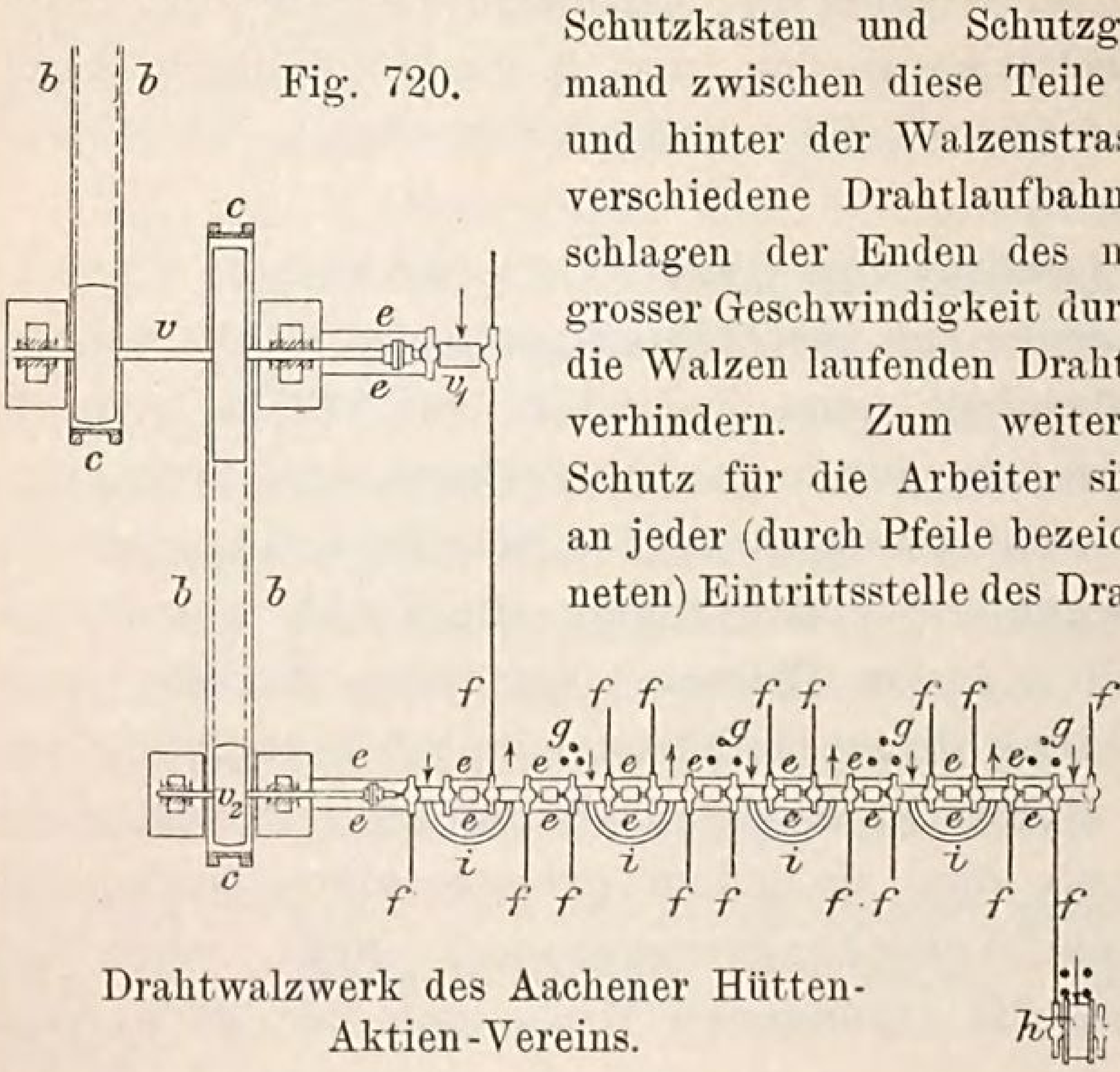
In Fig. 720 geben wir die Zeichnung eines Drahtwalzwerkes des Aachener Hütten-Aktien-Vereins zu Rote Erde wieder[2]). Dasselbe besteht aus dem Vorgelege v mit der Vorwalze v_1, dem Vorgelege v_2 mit den Fertigwalzen und dem

[1]) Über Maassnahmen zur Verhütung von Unfällen im Walzwerksbetrieb siehe Specht a. a. O. S. 22 ff. — Vergl. auch Amtliche Mitteilungen 1880, S. 221.

[2]) s. Specht a. a. O. S. 26.

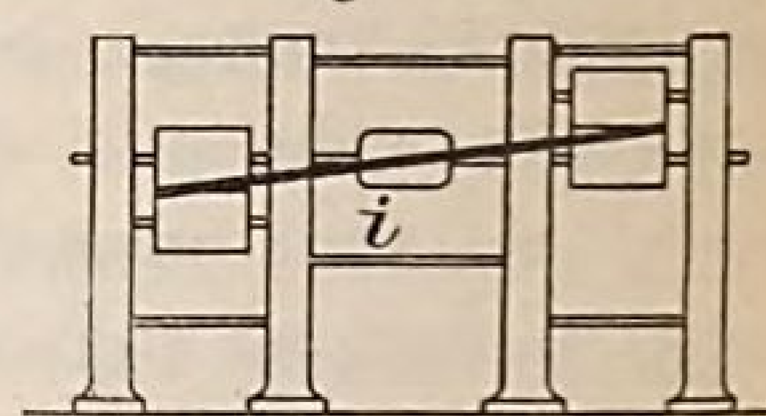
Drahthaspel h. Hinter den Riemenscheiben sind kräftige hölzerne Schutzwände c errichtet, welche im Fall eines Riemenbruches verhindern sollen, dass die abfliegenden Teile in den Arbeitsraum geschleudert werden. An der Walzenstrasse selbst sind an allen Kuppelungen und Kammwalzen, sowie an den Endzapfen der Walzenstrasse Schutzkasten und Schutzgitter e angebracht, damit niemand zwischen diese Teile geraten kann. Der Raum vor und hinter der Walzenstrasse ist durch Schutzwände f in verschiedene Drahtlaufbahnen geteilt, welche das Herumschlagen der Enden des mit grosser Geschwindigkeit durch die Walzen laufenden Drahtes verhindern. Zum weiteren Schutz für die Arbeiter sind an jeder (durch Pfeile bezeichneten) Eintrittsstelle des Drahtes in die Walzen drei Pfähle g aufgestellt, hinter welchen der Arbeiter während der Arbeit steht. Diese Pfähle schützen ihn bei etwaigen Verschlingungen des Drahtes vor dem Erfasstwerden. Auch beim Drahthaspel h sind derartige Schutzpfähle aufgestellt. Endlich sind noch hinter den Walzen die in Fig. 721 in grösserem Maassstabe im Aufriss dargestellten Führungen i angebracht, durch welche der Draht selbstthätig in das nächstfolgende Walzenpaar geleitet wird, so dass die Arbeiter hinter den Walzen der gefährlichen Arbeit des Einsteckens des Drahtes in die Walzen überhoben sind.

Fig. 720.



Drahtwalzwerk des Aachener Hütten-Aktien-Vereins.

Fig. 721.



Führung am Drahtwalzwerk des Aachener Hütten-Aktien-Vereins.

Beim Ziehen des Drahtes wird der gewalzte Draht zuvörderst in verdünnter Schwefelsäure gebeizt.

Die Drahtringe werden zu diesem Zweck in Behälter mit verdünnter Schwefelsäure gethan und danach abgewaschen. Der Rest der anhaftenden überschüssigen Säure wird durch Kalkmilch neutralisiert. Nach dem Durchgang durch die Zieheisen wird der Draht hart, er muss daher zwischendurch geglüht und abermals durch Beizen vom Glühspan gereinigt werden. Bei dem feineren Draht entfernt man die Oxydationsschicht durch schwache, meist organische Säuren, wie sie sich in alter Bierhefe, faulendem Urin und dergleichen finden. Zum Schutz gegen erneute Oxydation lässt man den Draht beim Austritt aus diesen Flüssigkeiten durch eine darauf schwimmende Ölschicht oder einen mit Öl getränkten Schwamm oder Lederlappen laufen, oder er wird auch schwach verkupfert, zu welchem Zweck man eine Lauge aus Schwefelsäure, Kupfervitriol und Wasser anwendet.

Als besondere Schädlichkeiten kommt bei dieser Fabrikationsweise der Einfluss der benutzten Säure in Betracht. Ferner können durch Zerreissen des Drahtes, durch abspringende Enden oder durch Schlingenbildungen Verletzungen herbeigeführt werden. Für die Nachbarschaft

der Drahtwerke können die Abwässer lästig werden, sofern diese nicht vorher unschädlich gemacht und gereinigt werden.

Dem erstgenannten Übelstande ist durch hinreichend grosse Arbeitsräume und künstliche Lüftungseinrichtungen Rechnung zu tragen. Den Arbeitern, denen an den Ziehbänken eine ziemlich unreinliche Arbeit zufällt, sind Garderobe- und Waschräume zu gewähren.

Inbetreff der Schutzvorrichtungen gegen Unfälle verweisen wir auf den Specht'schen Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung II. Band, 1. Hälfte, S. 25 u. f., sowie auf die Unfallverhütungsvorschriften der Rheinisch-Westfälischen Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft.

C. Verarbeitung von Edel- und Unedelmetallen.

Goldschmiedegewerbe. Bei der Verarbeitung des Goldes treten für die Arbeiter in gesundheitlicher Beziehung hauptsächlich nach zwei Richtungen Schädigungen auf, nämlich einerseits durch die sitzende Arbeitsweise und die Anstrengung der Augen (Ziselier- und Gravierarbeit), andererseits durch schädliche Gase und Dämpfe, die bei solchen Arbeiten entstehen, bei denen Schmelzprozesse oder Säuren zur Anwendung kommen.

Unter die Arbeiten der letztgenannten Art gehören die Goldscheidung, die Goldprobe durch Kupellation, das Färben des Goldes und die Vergoldung. Die Goldscheidung bezweckt, die fremden Metalle aus dem Golde abzuscheiden; dies kann geschehen: 1. durch Schwefelantimon, 2. durch Schwefel und Bleiglätte, 3. durch Chlor, 4. durch Quartation und 5. durch Schwefelsäure. Bei sämtlichen Goldscheidungsmethoden entwickeln sich Gase oder Dämpfe, die den Arbeitern mehr oder weniger gefährlich werden, falls nicht für ihre Unschädlichmachung gesorgt wird. Am gebräuchlichsten und einfachsten ist die Goldscheidung durch Schwefelsäure (Affinierung). In der Regel ist neben Gold an beigemengten Metallen Silber und Kupfer vorhanden. Zum Zweck der Scheidung einer solchen Legierung übergiesst man sie mit konzentrierter Schwefelsäure und erhitzt das Gefäss. Nach etwa 12 Stunden ist die Lösung des Kupfers und Silbers vollständig vor sich gegangen. Die Lösung wird in eine Bleipfanne abgegossen, und das darin zu einem Krystallbrei erstarrte Silbersulfat wird mit einem Spaten ausgestochen und in bleierne, mit heissem Wasser gefüllte Füllpfannen gethan. Das Ausfällen des Silbers geschieht durch Kupferblech. Die entstehende Lösung von Kupfersulfat wird, nachdem die freie Schwefelsäure durch Kupferoxyd möglichst vollständig neutralisiert worden ist, auf Kupfer verarbeitet. Das ungelöst zurückbleibende Gold wird durch Kochen mit Natriumkarbonat und Behandlung mit Salpetersäure von Beimengungen befreit, getrocknet und mit etwas Salpeter umgeschmolzen.

Bei der Scheidung mittels Schwefelsäure entwickeln sich grosse Mengen von schwefligsauren Gasen, die so abgeführt werden müssen,

dass die Arbeiter durch sie keine Schädigung erfahren. In grösseren Affinieranstalten (z. B. in Münzen) müssen die Dämpfe abgefangen und in Bleikammern möglichst niedergeschlagen werden; der nicht zum Niederschlag kommende Teil wird durch hohe Schornsteine abgeführt. Bei kleineren Anlagen saugt man die schwefligsauren Gase wohl durch Dampfstrahlgebläse ab und lässt sie unter Wasser austreten. Bei fabrikmässigen Anlagen wird eine schädigende Einwirkung der entstehenden schwefligen und salpetrigen Säure leicht zu verhüten sein, wo aber das Affinieren in kleinen Werkstätten oder gar in Wohnräumen vorgenommen wird, ist der gesundheitsschädliche Einfluss ein erheblicher.

Bei der Goldprobe durch Kupellation (Kapellenprobe) schmilzt man das goldhaltige Korn, je nach seiner Farbe, mit dem dreifachen, doppelten oder gleichen Gewicht an Silber und mit ungefähr der zehnfachen Menge Blei zusammen und treibt dann ab. Nach dem Abtreiben wird das silberhaltige Korn ausgeplattet, das Blech mit Salpetersäure digeriert und das zurückbleibende Gold ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen.

Bei der Kupellation tritt die Möglichkeit der Bleivergiftung durch die beim Abtreiben entstehenden Dämpfe ein, und muss demnach für Ableitung derselben gesorgt werden.

Goldlegierungen haben eine rötlichweisse oder blassgelbe Farbe; um ihnen die hochgelbe Farbe des Goldes zu geben, pflegt man sie in einer Lösung (Goldfarbe) aus Kochsalz, Salpeter und Salzsäure zu kochen. Das sich hierbei entwickelnde Chlor löst aus der Legierung etwas Gold auf, und dieses setzt sich als ein dünnes Häutchen reinen Goldes auf der Oberfläche wieder ab.

Das bei diesem Färben des Goldes sich entwickelnde Chlor, welches beim Austritt in die Arbeitsräume auf die Atmungsorgane sehr nachteilig einwirkt, muss abgeführt werden; es genügt in der Regel schon, wenn das Färben unter Hauben, die mit gut ziehenden Schornsteinen in Verbindung stehen, vorgenommen wird.

Die Vergoldung geschieht durch Blattgold[1]), durch Plattieren auf nassem Wege, durch die Feuervergoldung oder auf galvanischem Wege.[2]) Die Feuervergoldung, welche verhältnismässig grosse Nachteile für die Arbeiter besitzt, erfolgt dadurch, dass ein mit Hilfe von Quecksilber hergestelltes Goldamalgam auf den zu vergoldenden Gegenstand aufgetragen und dieser behufs Verflüchtigung des Quecksilbers erhitzt wird, wobei das Gold in dünner Schicht zurückbleibt.

Bei der Arbeit des Feuervergoldens sind die Arbeiter vor der giftigen Einwirkung des Quecksilbers und seiner Dämpfe sorgfältig zu schützen. Namentlich ist hier darauf zu achten, dass die Öfen dicht sind, dass ausreichende Vorrichtungen zur Kondensation des sich verflüchtigenden Quecksilbers getroffen werden, dass die Arbeiter keine Speisen in den Arbeitsräumen aufbewahren oder einnehmen, dass Waschvorrichtungen vor-

[1]) Vergl. den Abschnitt Gold- und Metallschlägerei, S. 777.

[2]) Vergl. den Abschnitt Galvanotechnische Anstalten, S. 787.

handen sind und vor dem Essen benutzt werden, dass eine ständige ärztliche Überwachung stattfindet u. a. m.[1])

Die durch die Berufsarbeit bedingte sitzende Lebensweise, zu der häufig noch die Schädlichkeiten des Zusammenarbeitens vieler Menschen in kleinen und schlecht gelüfteten Räumen hinzukommen, setzt die Goldarbeiter der Gefahr der Erwerbung der Tuberkulose in besonders hohem Grade aus. Thatsächlich ist die Erkrankungsziffer der Goldarbeiter an Tuberkulose eine aussergewöhnlich hohe. Als Abwehrmaassregeln gegen diese ungünstigen Verhältnisse sind 1. die Verweisung sämtlicher Arbeiten, welche Dünste und Dämpfe erzeugen, in besondere Räume und 2. ausreichende Bemessung des Luftraumes, gute Lüftung und peinliche Sauberkeit der Räume zu nennen. Gegen die Überanstrengung der Augen ist das frühzeitige Tragen von passenden Augengläsern zu empfehlen, auch ist für gute Beleuchtung der Arbeitsräume Sorge zu tragen.

Gold- und Metallschlägerei (Blattmetallfabrikation). Zur Darstellung des Blattgoldes und des Blattmetalls giesst man feines Gold oder Legierungen von Kupfer und Zink oder dergleichen in Stangen aus, schlägt diese unter Hämmern zu Platten aus und verwandelt sie durch Walzen in Bleche. Aus diesen Blechen werden kleine Stücke geschnitten, die zuerst zwischen Pergamentblättern (Pergamentform) und darauf zwischen Goldschlägerhäutchen, der äusseren Haut vom Blinddarm des Rindes, geschlagen werden. Während dieser mechanischen Behandlung muss das Metall, um ein Sprödewerden zu vermeiden, wiederholt ausgeglüht werden. Das Schlagen des Metalls erfolgt durch Handarbeit männlicher Arbeiter; das Einlegen der Metallblättchen und das Herausnehmen aus den Goldschlägerhäutchen, sowie das Verpacken der Metallblättchen in kleine Bücher aus glattem Papier wird in der Regel durch weibliche Arbeitskräfte bewirkt. Die bei dieser Fabrikation entstehenden Abfälle dienen zur Darstellung der Bronzefarben (siehe weiter unten). Die Metallschlägerei wird vielfach als Kleinindustrie betrieben, wodurch die der Beschäftigung anhaftenden Schädlichkeiten zweifellos gesteigert werden.

Die sanitären Nachteile, welche dieses Fabrikationsverfahren als Grossbetrieb aufweist, bestehen, ausser den jedem Fabrikbetrieb anhaftenden, namentlich in häufiger Schwerhörigkeit (hervorgerufen durch den ununterbrochenen Lärm der Hämmer), in schweren Verletzungen der Finger (durch die Hämmer) und in der Staubentwickelung beim Einstäuben mit Gips während des Schlagens, beim Zerbröckeln der Goldschlägerhäutchen und beim Verpacken, indem der Metallschaum oder der zum Einstäuben benutzte Bolus oder Röthel verstäubt.

[1]) Vergl. auch Fabriken zur Anfertigung physikalischer Instrumente, S. 798.

Nach einer von Jehle veröffentlichten, auf österreichische Verhältnisse sich beziehenden Studie[1]) über Gewerbekrankheiten, kamen in einer grösseren Gruppe von Gewerben mit Staubentwickelung unter 100 Mitgliedern der Krankenkassen jährlich im Durchschnitt 27,5 Erkrankungsfälle vor. Die Erkrankungen der Gold- und Metallschläger, welche unter diese Gruppe verwiesen sind, erheben sich mit 42,5 weit über den Durchschnitt. Jehle macht für diese hohe Erkrankungsziffer, bei der die Erkrankungen der Atmungsorgane eine sehr wesentliche Rolle spielen, hauptsächlich die Staubwirkung verantwortlich. Wollner[2]), dem wir eine ausführliche Mitteilung über die der Stadt Fürth eigentümliche Blattmetallfabrikation verdanken, führt im Gegensatz zu Jehle die aussergewöhnlich hohe Sterblichkeit an Tuberkulose bei den Metallschlägern und Einlegerinnen der Stadt Fürth der Hauptsache nach auf den Umstand zurück, dass die Metallschläger und Einlegerinnen durch das Zusammenarbeiten in einem engen Raume möglichst frühzeitig in ein Liebesverhältnis treten. Das frühzeitige geschlechtliche Leben (bei dem Manne schon mit 18, dem Mädchen mit 16 Jahren) schade beiden Teilen, und ausserdem trage bei dem Manne der Alkohol, bei dem Mädchen die mangelhafte Ernährung zur Entwickelung der Tuberkulose das ihrige bei. Wir haben keinen Grund, dieses hart klingende Urteil für ungerechtfertigt zu halten, jedenfalls enthält es einen Tadel für die Arbeitgeber und nicht minder für die Polizeibehörde, die mit den ihr gesetzlich zustehenden Befugnissen schon längst Besserung hätte schaffen können. Hoffen wir, dass mit einer baldigen Ausdehnung der Gewerbeaufsicht auf Handwerk und Hausindustrie auch in diesem Gewerbe die Sanierung der Verhältnisse herbeigeführt werde.

Messing- und Bronzewaarenfabriken. Die verschiedenen Legierungen aus Kupfer und Zink (Messing) und aus Kupfer und Zinn, bezw. Kupfer, Zinn und Zink (Bronze), denen für verschiedene Verwendungszwecke noch die mannichfachsten Zusätze beigegeben werden, finden zu allerlei Gusswaaren die vielseitigste Verwendung. Allen Betrieben, in denen diese Legierungen verarbeitet werden, sind gewisse Schädlichkeiten eigentümlich, die hier kurz zusammengefasst werden sollen.

Metallische Dämpfe treten zunächst auf beim Zusammenschmelzen der verschiedenen Metalle, welche die Legierung bilden sollen. Wenn dieselben sich in die Arbeitsräume verbreiten, so können sie die eigen-

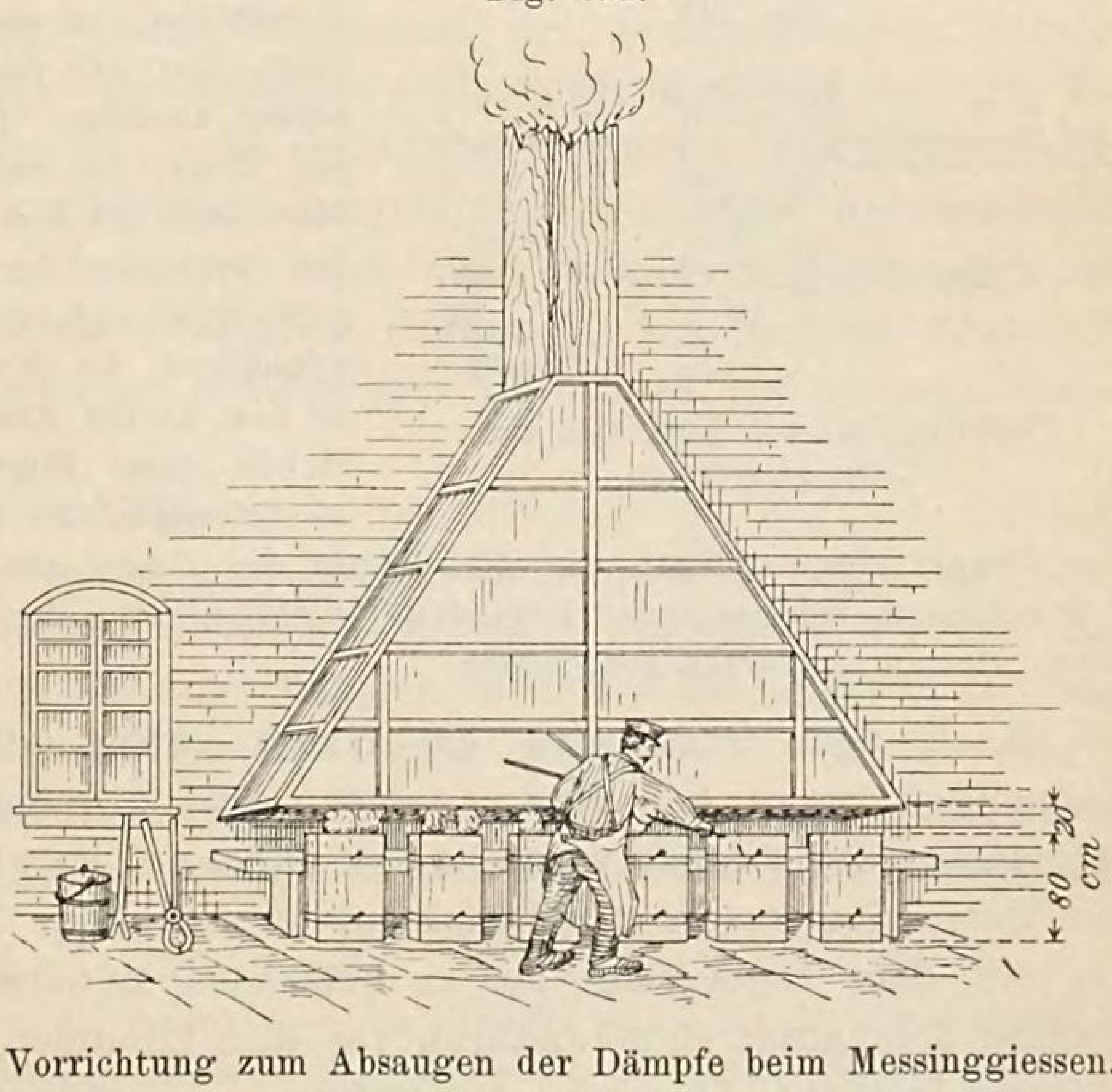
[1]) L. Jehle, Über Gewerbekrankheiten. Zeitschrift für Gewerbehygiene, Unfallversicherung und Wohlfahrtseinrichtungen 1895, S. 24.

[2]) Wollner, Über die Fürther Industriezweige mit ihren Schattenseiten. Verhandl. der 65. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, II. Teil, 2. Hälfte, S. 421.

artige Erkrankung hervorbringen, die unter dem Namen „Messingfieber“ bekannt, deren Entstehungsweise aber noch nicht ganz aufgeklärt ist (vergl. Abschn. I, S. 114). Um dem Austritt von Dämpfen vorzubeugen, ist besonderes Gewicht auf eine zweckmässige Ofenkonstruktion zu legen, die eine möglichst vollkommene Abführung der Dämpfe gewährleistet. Hinreichend hohe und gut gelüftete Arbeitsräume sind eine zweite wesentliche Bedingung, damit bei etwaigem, durch Witterungsverhältnisse bedingtem ungenügendem Abzug eine rasche Verdünnung und Ableitung der in den Arbeitsraum gelangten Metalldämpfe stattfindet. Da die Metallgiesserei vielfach in kleinen Anlagen betrieben wird, ist diese Forderung leider noch längst nicht überall durchgeführt.

Eine weitere Reihe von Schädlichkeiten bedingt das Giessen der Metalle in Formen. Bei dem Giessen in Formsand muss die Form vor dem Guss mit feinem Kohlenpulver oder dergleichen bestreut werden, damit das Metall nicht an der Formmasse kleben bleibt. Hierbei sind die Arbeiter erheblicher Staubbelästigung ausgesetzt und können Erkrankungen unter den Symptomen der „Kohlenlunge“ auftreten. Vor allem aber üben beim Giessen selbst die Metalldämpfe ihre schädliche Wirkung aus, wenn die Arbeiter nicht gegen die Einatmung derselben durch besondere Vorkehrungen geschützt werden. Eine derartige Einrichtung, die sich namentlich dort empfiehlt, wo kleine Gusswaaren (Massenartikel) mittels kleiner Formkästen hergestellt werden, und die überall leicht und ohne grosse Kosten anzubringen ist, hat sich in der Messinggiesserei der Firma Gottlieb Tappe & Co. in Neheim bewährt[1]).

Fig. 722.



Vorrichtung zum Absaugen der Dämpfe beim Messinggiessen.

Die Giessformen

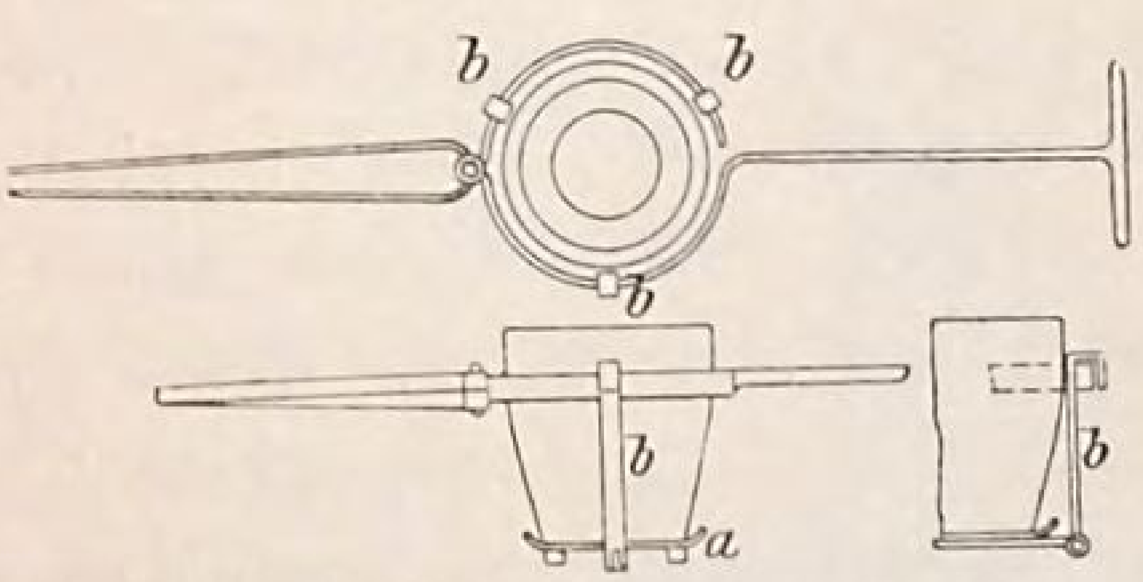
[1]) Zeitschrift der Zentralstelle für Arb.-Wohlfahrtseinrichtungen 1894, Nr. 9, S. 114.

von annähernd gleicher Grösse werden der Reihe nach vor die Giessbank gestellt. Darüber ist ein trichterförmiger Dunstfang (Fig. 722) angebracht, der mit der unteren Kante seiner vorderen Längsseite die Eingiessöffnungen der Formen um etwa 10 cm überragt, so dass, wenn ausgegossen wird, der sich beim Giessen entwickelnde Dampf in den Dunstfang steigt. Damit der giessende Arbeiter von seinem Stande vor dem Dunstfang in den Giesstopf hineinsehen kann, ist zwischen den Giessformen und der Unterkante des Dunstfanges ein vertikaler Abstand von etwa 20 cm gelassen. Beträgt die Höhe der Giessformen also, wie gewöhnlich, 80 cm, so ist der Dunstfang derartig anzubringen, dass seine Unterkante in Höhe von 1 m liegt. Der Dunstfang, der sich nach oben verengt, besteht aus Zinkblechtafeln, die auf Kistenleisten aufgenagelt oder aneinander gelötet werden können; zur Versteifung werden auch in letzterem Falle einige Holzleisten angebracht. Nach oben zu läuft der Dunstfang in einen Abzugskanal aus, der mit dem Schornstein in Verbindung gebracht wird.

Ähnlich wie in den Eisengiessereien kommen auch in den Messinggiessereien, wo meistens in Tiegeln geschmolzen wird, dadurch Verbrennungen vor, dass die Arbeiter mit ausfliessendem Metall unvorhergesehen in Berührung kommen. Sehr oft geschieht dies dadurch, dass die mit Handzangen aus dem Ofen genommenen Tiegel beim Absetzen auf den Fussboden der Werkstatt umstürzen.

Die Firma H. Köttgen & Co. in Bergisch Gladbach stellt, um dieses zu verhüten, den Tiegel auf einen Untersatz a (Fig. 723), der mit drei in Charnieren beweglichen, am oberen Teil hakenförmig umgebogenen Seitenstäben b versehen ist. Das Umkippen der Tiegel wird dadurch verhindert, dass die Seitenstäbe nur eine freie Bewegung nach innen, aber nur eine geringe Neigung nach aussen zulassen. Die Gabel zum Tragen der Tiegel ist mit Gelenk versehen und fasst unter die Haken der Seitenstäbe. Um das Ausheben der Tiegel, welches eine gefährliche und sehr lästige Arbeit ist, zu erleichtern, ist es zweckmässig, die Zange an dem kurzen Arm eines ungleicharmigen Hebels unter Einschaltung einer Scheere zu befestigen, die sich durch das Gewicht der Tiegel selbst schliesst und gleichzeitig die Zange zum festen Schluss bringt. Bei mehreren nebeneinander liegenden Tiegelöfen wird die Zange zweckmässig an einem kleinen Laufkrahn aufgehängt.

Fig. 723.



Pfannengabel mit Untersatz für Tiegelgiessereien.

Nach dem Guss wird die Waare häufig mit Säuren behandelt. Namentlich wenn bei dieser Arbeit, dem „Brennen“ oder „Beizen“, Salpetersäure verwandt wird, ist der dabei sich entwickelnden salpetrigen und Untersalpetersäure alle Beachtung zu schenken. Man hat die Arbeiter, die mit dem Eintauchen der zu beizenden Metallwaaren in die Säuregefässe beschäftigt sind, dadurch vor dem Einatmen der Säuredämpfe zu schützen gesucht, dass man die Gefässe so hoch gemacht hat, dass der Arbeiter eben noch eintauchen, aber nicht mehr den Oberkörper über

dieselben hinüberbeugen kann. Über den Gefässen sind ferner Hauben anzubringen, welche die aufsteigenden Dämpfe abfangen und fortleiten. Ferner bedarf es besonderer Vorkehrungen, um etwa verschüttete Säuren an dem Eindringen in den Boden zu verhindern, weil dadurch das Wasser nahegelegener Brunnen verdorben werden kann.[1]) In dieser Beziehung schreibt eine Polizeiverordnung für Berlin folgendes vor:

Verordnung des Königlichen Polizei-Präsidenten zu Berlin vom 21. November 1890, betreffend die Einrichtung und den Betrieb von Metallbrennereien.

§ 1. Der Fussboden des Raumes, in welchem das Brennen von Metallen vorgenommen wird, ist so abzudecken, dass keine Säure über denselben hinaus abfliessen oder in das Erdreich eindringen kann. Die verschütteten Säuren und Spülwasser sind in einem, im Fussboden anzubringenden Behälter zu sammeln und, bevor sie abfliessen, durch Kalk zu neutralisieren.

§ 2. Die Gefässe, in denen sich die Säuren befinden, müssen so hoch gestellt werden, dass ihre Oberkante 75 cm bis 1 m über den Fussboden hinaufreicht.

§ 3. Über den Gefässen müssen die Säuredämpfe abgefangen und durch einen engen Schornstein mindestens 1—2 m über die Nachbargebäude vollständig hinweggeführt werden. Die vollständige Abführung dieser Dämpfe ist durch maschinelle Absaugevorrichtungen, bezw. da, wo Dampfkraft nicht vorhanden ist, durch eine im Schornstein anzubringende Gasflamme sicherzustellen.

Akkumulatorenfabriken. Einer der jüngsten Zweige der elektrotechnischen Industrie, die Fabrikation der Akkumulatoren, hat als schlimme Beigabe für die Arbeiter Bleierkrankungen im Gefolge. Die Erkrankungsgefahr ist eine sehr erhebliche, denn in den fünf in Berlin und Charlottenburg befindlichem Akkumulatorenfabriken mit zusammen 85 Arbeitern konnten im Jahre 1894 nicht weniger als 12 akute Erkrankungen an Bleikolik festgestellt werden[2]), das ist eine Morbidität von über 14°/₀. Ähnliche Erfahrungen sind auch an anderen Orten gemacht.[3])

Die Fabrikation zerfällt nach Sprenger (a. a. O. S. 44) in verschiedene Arbeiten, welche nach dem Prinzip der Arbeitsteilung fast durchgängig dauernd von denselben Arbeitern ausgeführt werden. Zunächst werden die Platten oder Rahmen in der Weise angefertigt, dass Blei in offenen Pfannen über Koksfeuer geschmolzen und in eiserne Formen gegossen wird. Da das Blei nur bis zum Schmelzen erhitzt wird, so birgt diese Arbeit kaum eine besondere Gefahr für die Arbeiter

[1]) Amtliche Mitteilungen 1888, S. 207.

[2]) Sprenger, Über Bleierkrankungen der Arbeiter in den Akkumulatorenfabriken Berlins und Charlottenburgs. Zeitschr. d. Zentralstelle f. Arb.-Wohlfahrtseinr. 1895, No. 4, S. 44 und No. 6, S. 92.

[3]) s. Jahresberichte 1891, S. 213 u. S. 299; 1892, S. 257.

in sich. Ein sich in die Arbeitsräume verbreitender Bleirauch ist gewöhnlich nicht zu bemerken. Wohl aber besteht eine Gefahr für die Arbeiter bei der sich anschliessenden Arbeit; wenn nämlich nach dem Erkalten der Bleiplatten die Gussköpfe und Nähte mittels Scheere, Meissel oder Kreissäge entfernt werden, kann eine Verbreitung von Bleistaub nicht ausbleiben. Ausserdem beschmutzen sich die Arbeiter die Hände mit Blei, welches sie bei mangelnder Sauberkeit auf die Speisen übertragen.

Die bei weitem gefährlichsten Arbeiten sind indess das Sieben der zur Verwendung kommenden Bleioxyde (Mennige und Bleiglätte), das Befeuchten und Durchmischen derselben mit Alkohol, Benzin oder Säure und das Einstreichen der angefeuchteten Masse in die Platten. Sowohl das Durchkneten, als auch das Einstreichen wird mit blossen Händen ausgeführt, und nur ausnahmsweise werden Gummihandschuhe dazu benutzt. Auch haben die Arbeiter mangels zweckmässiger Arbeitsanzüge die Gewohnheit, zur Schonung der Hemdärmel diese bis an die Achsel aufzustreichen. Die Folge ist, dass sie sich nicht nur die Hände, sondern auch die Arme bis zu den Oberarmen mit den Bleiverbindungen besudeln, welche schwer und nur durch wiederholtes Waschen mit Seife und Bürste entfernt werden können. Das Abwaschen ist so umständlich und zeitraubend, dass die Befürchtung gerechtfertigt ist, es werde eine gründliche Reinigung der Hände nur vor dem Verlassen der Fabrik am Abend, nicht aber vor jeder Mahlzeit vorgenommen.

Das Einstreichen der mehr oder weniger breiartigen Mennige in die Platten geschieht auf Tischen; wenn diese aber keine Randleisten haben, so bleibt es nicht aus, dass beträchtliche Mengen der Masse auf den Fussboden hinunterfallen und von dort durch Übertragung mit den Füssen in allen Arbeitsräumen und sogar bis auf die Treppen verbreitet werden. Der beim Gehen und Fegen aufgewirbelte Staub muss demnach bleihaltig sein.

Das Einsetzen der Platten in die Trockenöfen und das Herausnehmen aus diesen sind untergeordnete Arbeiten, welche bei einiger Vorsicht und Sauberkeit die Gesundheit der Arbeiter wohl kaum gefährden können. Wohl aber können auch diejenigen Arbeiter Schaden an ihrer Gesundheit leiden, welche die Platten zu Elementen zusammensetzen und die Leitungsdrähte anlöten.

Hygienisch ungünstige Verhältnisse herrschen auch in denjenigen Arbeitsräumen, in welchen die zu Elementen zusammengestellten Platten formiert oder geladen werden. Gegen Ende des Formierens tritt häufig eine Entwickelung von Gasen auf, die, wenn sie nicht abgeleitet oder abgesaugt werden, die Arbeitsräume erfüllen und die Respirationsorgane

der in ihnen sich aufhaltenden Arbeiter so stark reizen, dass nicht an diese Atmosphäre gewöhnte Personen sofort husten müssen. Nach der in einer Berliner Akkumulatorenfabrik angestellten Untersuchung (Sprenger a. a. O. S. 92) ist das zum Schluss des Formierens auftretende Gas Wasserstoff, welcher Schwefelsäure mechanisch in die Höhe reisst. Die in Kopfhöhe des Raumes entnommene Luft enthielt in 1 cbm 98 mg Schwefelsäure. Demnach würden in 5 cbm Luft, welche ein Arbeiter bei zehnstündiger Arbeitszeit mindestens einatmet (s. Abschn. I, S. 20), 490 mg Schwefelsäure enthalten sein. Wenn nun auch angenommen werden darf, dass die Arbeiter nicht den ganzen Tag über in den Formierräumen beschäftigt sind und dass ein Teil der mit der Luft eingeatmeten Schwefelsäure an den feuchten Schleimhäuten der Nase und des Rachens hängen bleibt, so ist doch sicher, dass ein nicht unerheblicher Teil in die Lungen gelangt und seine schädlichen Einwirkungen auf dieselben ausübt.

Um die im Betriebe der Akkumulatorenfabriken auftretenden Gesundheitsschädigungen zu beseitigen, ist nach Sprenger die Durchführung folgender Vorschriften geboten:

1. Der Fussboden der Arbeitsräume muss dicht und frei von klaffenden Fugen sein; er ist sauber und möglichst feucht zu halten.

2. Über den zum Einschmelzen des Bleies bestimmten Gefässen (Kesseln, Schalen) ist ein Fangtrichter mit einem ins Freie oder in einen Schornstein führenden Abzugsrohr und mit einer wirksamen Zugvorrichtung anzubringen.

3. Zur Herstellung des zum Löten verwendeten Wasserstoffs dürfen nur arsenfreie Chemikalien verwendet werden.

4. Die in Fässern oder Kisten bezogenen Bleioxyde (Mennige, Glätte) sind in einem besonderen Vorratsraum auf einem Gitter so aufzustellen, dass beim Entleeren verschüttete Oxyde nicht auf den Fussboden, sondern in ein unter dem Gitter befindliches Gefäss fallen.

5. Das Mischen der Bleioxyde mit Säure, Benzin, Alkohol u. s. w. muss, sofern nicht dichtgeschlossene Mischmaschinen Verwendung finden, unter einem Abzuge vorgenommen werden. Den mit dieser Arbeit beschäftigten Arbeitern ist zum Schutz gegen das Einatmen von Staub ein Respirator oder ein Mundschwamm zu liefern.

6. Der Arbeitgeber hat alle mit bleiischen Stoffen oder Produkten in Berührung kommenden Arbeiter mit vollständig deckenden Arbeitskleidern einschliesslich einer Mütze zu versehen.

7. Den mit dem „Einschmieren" der angefeuchteten, mehr oder weniger breiartigen Bleioxyde in die Bleirahmen oder Platten beschäftigten Arbeitern sind zum Schutz der Hände Gummihandschuhe zu liefern. Diese Arbeiter dürfen innerhalb achtundvierzig Stunden nicht länger als zwölf Stunden mit dieser Arbeit betraut werden.

8. Die Formier- oder Laderäume müssen durch einen kräftigen Ventilator in der Weise ventiliert werden, dass die mit Wasserstoff und mit zerstäubter Schwefelsäure verunreinigte Luft nahe über dem Fussboden nach unten abgesogen, frische Luft unter der Decke zugeführt wird.

9. In den Räumen, in welchen die Bleirahmen gegossen, die Bleioxyde gemischt

und in die Rahmen eingeschmiert werden, sowie in den Formier- oder Laderäumen darf Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern der Aufenthalt nicht gestattet werden.

10. Der Arbeitgeber hat die Überwachung des Gesundheitszustandes der von ihm beschäftigten Arbeiter einem, dem Gewerbeaufsichtsbeamten (§ 139b der Gewerbeordnung) namhaft zu machenden Arzte zu übertragen, welcher die Schmierer und Löter monatlich einmal, die übrigen Arbeiter alle zwei Monate einmal zu untersuchen und den Arbeitgeber von jedem Falle einer ermittelten Bleikrankheit in Kenntnis zu setzen hat.

Des weiteren empfiehlt es sich, die passenden Bestimmungen der Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 8. Juli 1893, betreffend die Einrichtung und den Betrieb der Bleifarben- und Bleizuckerfabriken (s. Abschn. XVII) zu beachten, namentlich diejenigen, welche sich auf die Aufbewahrung und Verteilung der Arbeitskleider, Respiratoren u. s. w., auf die Einrichtung von Wasch- und Ankleideräumen, auf Badegelegenheit, Führung eines Krankenbuches und den Erlass einer Fabrikordnung beziehen.

Nützlich dürfte es ferner sein, wenn den Arbeitern Milch zum Trinken und Schwefelleber, von welcher ein Theelöffel voll dem letzten Waschwasser für die Hände hinzuzufügen ist, geliefert würden. Die Schwefelleber führt nicht nur das den Händen noch anhaftende Blei in schwer lösliches Schwefelblei über, sondern ist, weil sie schwarz färbt, ein Indikator für das Vorhandensein von Blei und ungenügende Reinigung. Letztere zu vermeiden, würden sich die Arbeiter nicht nur aus Gesundheitsrücksichten, sondern auch aus Rücksichten der Eitelkeit bestreben.

Verfertigung und Verarbeitung von Bleiwaaren. Zu diesen rechnen wir solche, die durch mechanische Verarbeitung des im Hüttenprozess gewonnenen metallischen Bleies hergestellt werden, insbesondere gehören dazu: Röhren, Blech, Draht, Geschosse, Schrot, Bleilegierungen (Schnelllot und Letternmetall), Bleifolie und Flaschenkapseln.

Bei der Herstellung dieser Gegenstände ist zum Teil ein Schmelzen des Bleies erforderlich, zum Teil wird das kalte Metall durch Stanzen, Walzen, Löten und dergl. in entsprechende Formen gebracht.

Bleiröhren werden dadurch hergestellt, dass flüssiges Blei in eine Presse gebracht und darauf das erkaltende Metall durch eine ringförmige Öffnung gepresst (gezogen) wird. In ähnlicher Weise wird Bleidraht hergestellt.

Bleche werden aus Blei hergestellt, indem man Bleibarren in Walzwerken im kalten Zustande auswalzt. Aus den Blechen werden die verschiedenartigsten Gefässe durch Lötung mit Blei hergestellt. Solche Bleigefässe werden namentlich in der chemischen Grossindustrie verwendet (Bleikammern für die Gewinnung von Schwefelsäure, Bleigefässe für die Nitroglyzerindarstellung u. a. m.).

Geschosse und gröberes Schrot (Rehposten) werden dadurch hergestellt, dass die einzelnen Kugeln aus schmalen Bleibarren unter Stanzen gepresst werden. Feineres Schrot wird durch Giessen hergestellt, und zwar beruht die Herstellung auf der Eigen-

schaft flüssiger Körper, Kugelgestalt anzunehmen, wenn sie frei fallen und keinen fremden mechanischen Einwirkungen ausgesetzt sind. Die Schrotformen sind Pfannen von Eisenblech, in deren Boden zahlreiche glattrandige Löcher ausgebohrt sind. Vor dem Giessen wird die Schrotform mit Lehmwasser ausgestrichen, gut ausgetrocknet und dann über einem Turm oder Schacht festgelegt. Das Blei wird mit Kellen eingefüllt, und auf der Sohle des Turms oder Schachtes werden die sich bildenden Körner in einem mit Wasser gefüllten Gefäss aufgefangen. Die Schrotkörner werden sortiert, indem man sie auf schwach geneigte hölzerne Tafeln schüttet. Die linsenförmigen und platten Körner rutschen blos nieder und fallen in einen dicht am unteren Rande der Tafel aufgestellten Kasten, die runden rollen dagegen ab und fallen in einen etwas weiter abstehenden Kasten. Die runden Körner werden dann noch durch Siebe nach ihrer Grösse sortiert und danach unter Zusatz von Graphit in rotierenden Fässern geglättet. Dem geschmolzenen Blei wird Arsen zugesetzt, da dieses die Kugelbildung befördert und die Fähigkeit des Bleies, Tropfen zu bilden, erhöht, ausserdem soll es das Blei härter machen, und wird das mit Zusatz von Arsen hergestellte Schrot unter dem Namen Hartschrot in den Handel gebracht.

Die Bleilegierungen werden durch Zusammenschmelzen in Kesseln hergestellt. Von ihnen verdient das Schnelllot besondere Beachtung, da dasselbe bei den gewöhnlichen Klempnerarbeiten vielfach verwendet wird. Das Schnelllot besteht aus einer Legierung von Blei und Zinn. Gefässe, die zum Aufbewahren von Nahrungsmitteln dienen, wie Konservenbüchsen und dergl. dürfen nach dem Reichsgesetz vom 25. Juni 1887 (siehe S. 94) nicht mit einer Legierung gelötet werden, die in 100 Gewichtsteilen mehr als 10 Gewichtsteile Blei enthält. Zu den gewöhnlichen Arbeiten nehmen die Klempner aber in der Regel ein Schnelllot, das wenig Zinn und viel Blei enthält. Das gewönliche Schnelllot enthält gleiche Teile Blei und Zinn.

Reine Bleifolie kann zum Verpacken von Nahrungs- und Genussmitteln nicht mehr verwendet werden und wird daher kaum noch hergestellt, dagegen wird Bleifolie, die auf beiden Seiten mit einem dünnen Zinnüberzug versehen wird, zur Herstellung von Flaschenkapseln verwendet. Zu diesem Zweck werden dickere Bleiplatten auf beiden Seiten mit Zinnblech belegt und unter Walzwerken auf die Dicke des Flaschenkapselmaterials ausgewalzt. Aus den so gewonnenen Blechen werden runde Ausschnitte gemacht, die auf schnell rotierenden Spindeln in die bekannte hutartige Form gedrückt, danach abgestochen, geglättet und gefärbt werden.

Bei allen vorgenannten Arbeiten sind die Arbeiter erheblichen Schädigungen ausgesetzt. Wenngleich die Arbeiter beim Einschmelzen des Bleies — abgesehen von der Darstellung des arsenhaltigen Bleies zur Schrotfabrikation — nicht erheblich unter der Einwirkung von Bleidämpfen zu leiden haben, da das Blei nur bis zum Schmelzpunkt erhitzt und dabei verhältnismässig wenig Bleirauch entwickelt wird, so sind doch alle Arbeiten von mehr oder weniger grosser Staubbildung begleitet, so dass die beschäftigten Personen bleihaltigen Staub einatmen müssen, und ausserdem — und dieses ist unseres Erachtens die grösste Gefahrenquelle — kommen die Arbeiter andauernd mit dem metallischen Blei, namentlich durch die Hände, in Berührung. Dies ist vornehmlich der Fall beim Walzen der Bleche, dem Stanzen der Geschosse, dem Sortieren des Schrotes, der Herstellung der Bleigefässe durch Lötung,

dem Löten mit gewöhnlichem Schnelllot u. s. w. Wenn die Arbeiter bei solchen Arbeiten sorglos sind und namentlich nicht darauf Bedacht nehmen, Hände und Gesicht oft zu säubern, ganz besonders aber vor dem Einnehmen von Speisen und Getränken[1]), so ist dem giftigen Blei genugsam Gelegenheit geboten — wahrscheinlich auch direkt durch die Haut — in den Körper zu gelangen und seine schädigenden Wirkungen zu äussern. Wie intensiv die Giftigkeit des metallischen Bleies ist, erhellt aus der Thatsache, dass selbst in Flaschenkapselfabriken sämtliche Arbeiter, welche lediglich das mit einem Zinnüberzug versehene Blei verarbeiten (wobei also metallisches Blei nur an den dünnen Schnittflächen zu Tage tritt) nach kurzer Zeit ihrer Thätigkeit Anzeichen chronischer Bleivergiftung zeigen. In dieser Industrie werden vorwiegend weibliche Arbeiter beschäftigt, die den Bleiintoxikationen, wie an anderer Stelle bereits erwähnt, in höherem Grade ausgesetzt zu sein scheinen, als männliche Arbeiter. Es ist jedenfalls beobachtet worden, dass erstere mehr als letztere von schweren akuten Bleivergiftungen, die in wenigen Tagen zum Tode führen, heimgesucht werden.[2])

Als vorbeugende Schutzmaassregeln halten wir für die hier in Rede stehenden Anlagen vor allem die folgenden geboten: Möglichst weitgehende Beschränkung der Frauenarbeit, Ausschluss der Beschäftigung jugendlicher Arbeiter (auch in den Flaschenkapselfabriken), ärztliche Untersuchung der Arbeiter vor der Zulassung zur Arbeit, ständige ärztliche Überwachung der Arbeiter (durch periodische Untersuchungen), peinliche Sauberkeit der Arbeitsräume, Wechsel der Arbeitskleider vor Verlassen der Arbeit, Reinlichkeit und Hautpflege durch Waschungen und Bäder, Verbot Speisen und Getränke ohne vorherige Reinigung des Gesichts und der Hände einzunehmen. Im übrigen verweisen wir auf die bei Besprechung der Bleihütten in Bezug auf Schutzmaassregeln gemachten Ausführungen. Im besonderen ist noch erforderlich, dass über den zum Einschmelzen des Bleies bestimmten Schmelzgefässen Dunstfänge mit ins Freie oder in Schornsteine führenden Abzugsrohren und mit wirksamen Zugvorrichtungen angebracht werden. Bei der Darstellung des arsenhaltigen Bleies sind ganz besondere Vorsichtsmaassregeln in dieser Beziehung zu treffen, da das Arsen von den Arbeitern in Staub- und Dampfform eingeatmet werden kann. Schliesslich sollte bei allen Arbeiten, bei denen die Hände der Arbeiter ständig mit dem Blei in Berührung kommen, nach Möglichkeit darauf gehalten werden, dass die Arbeiter dichte Leder- oder Gummihandschuhe tragen.

[1]) Jahresberichte 1892, S. 193.
[2]) Jahresberichte 1893, S. 251.

Galvanotechnische Anstalten. Derartige gewerbliche Anlagen dienen dazu, metallene Gegenstände mit einem Überzug anderer Metalle zu versehen, indem man letztere aus den wässerigen Lösungen ihrer Salze durch den galvanischen Strom ausscheidet, d. i. auf der Oberfläche der zu überziehenden Gegenstände niederschlägt.

Die zur Verwendung kommenden Lösungen enthalten Cyankalium und andere Cyanmetalle, sowie die Salze von Kupfer, Blei, Silber, Zink, Zinn u. s. w. Die Arbeiter haben aber nicht nur mit giftigen Flüssigkeiten zu thun, sondern es entwickeln sich auch giftige Dämpfe und Gase, insbesondere Cyan und Blausäure aus denselben, gegen welche sie ebenfalls zu schützen sind. Dies hat, soweit Gase und Dämpfe in Betracht kommen, durch Dunstfänge und ausreichende Lüftungsvorrichtungen, sowie durch Gewährung ausreichenden Luftraums zu geschehen. Im übrigen muss verhindert werden, dass die Arbeiter ihre Hände in die giftigen Lösungen eintauchen, auch müssen die Bottiche so aufgestellt werden, dass ein Absturz in dieselben nicht möglicht ist. Wo das Hantieren in den Lösungen nicht zu vermeiden ist, sollten die Arbeiter durch Gummihandschuhe geschützt werden. Beim Trocknen und Reinigen der mit Überzug versehenen Gegenstände entsteht giftiger Staub, vor dem die Arbeiter zu schützen sind.

Eine weitere Gefahr droht den Arbeitern durch die elektrischen Ströme, welche, durch Dynamomaschinen erzeugt, von nicht unbedeutender Stärke sind. Die elektrischen Anlagen müssen so geschützt sein, dass eine unvorsichtige Berührung nicht stattfinden kann, auch sind die Arbeiter mit entsprechender Belehrung über diese Gefahren zu versehen.

Den Anwohnern können die Abwässer dieser Betriebe schädlich werden, jedenfalls ist es unzulässig, dieselben ohne vorherige Reinigung und Klärung den Flussläufen zu übergeben oder sie in den Boden versickern zu lassen.

Verzinnungsanstalten. Im fabrikmässigen Betriebe wird vorwiegend Eisenblech verzinnt (Weissblechfabrikation). Zunächst werden die Bleche in grossen mit Schwefelsäure oder Salzsäure gefüllten Bottichen gebeizt, darauf werden sie in geschmolzenen Talg oder in Palmkernöl und dann in geschmolzenes Zinn getaucht. Wenn die Bleche aus dem Zinnbade herausgehoben sind, tropft das überflüssige Metall ab. Sie werden nun durch Sägespäne, Kalkpulver oder Kleie gereinigt.

Die Gesundheitsschädigungen, die der Weissblechfabrikation eigentümlich sind, sind nicht unerheblich, denn sowohl die Arbeiter, die mit dem Beizen der Bleche beschäftigt sind, wie auch diejenigen, welche die

Bleche in das Fett und das Zinnbad tauchen, werden durch Dünste, die sich massenhaft entwickeln, erheblich belästigt. Die im Beizraum beschäftigten Leute werden ausserdem durch fortwährende Nässe und durch die Einwirkungen der Säuren auf die Hände und andere ungeschützte Körperteile geschädigt. Die mit dem Reinigen der Bleche beschäftigten Arbeiter haben unter starker Staubentwickelung zu leiden, namentlich wenn zu dem Reinigen Kalkpulver verwendet wird.

Zur Beseitigung der auftretenden Schädigungen ist es nötig, dass über den Säurebottichen und über den Fett- und Zinnbädern Dunstfänge angebracht werden, die mit hohen Abzugsschloten oder mit sonstigen wirksamen Absaugevorrichtungen (bei den Beizbottichen ist nötigenfalls ein säurebeständiger Exhaustor einzuschalten) verbunden sind. In dem Beizraum muss ein dichter mit genügendem Gefälle versehener Fussboden vorhanden sein, der zweckmässig mit einem Holzrost (S. 209) belegt wird. Gegen die Einwirkung der Säuren auf die Hände sind Gummihandschuhe empfehlenswert; ausserdem sind sämtlichen Arbeitern Handleder zu geben, damit sie nicht durch die scharfen Kanten der Bleche verletzt werden. Bei der Reinigung der Bleche sollte Kalkstaub nicht verwendet werden. Neuerdings hat man versucht, die Reinigung der letzteren durch maschinelle Vorrichtungen zu bewirken; in hygienischer Beziehung ist dieses Verfahren als ein bedeutender Fortschritt zu begrüssen.

Den Arbeitern, welche den Säuredämpfen ausgesetzt sind, hat man wohl Milch als prophylaktisches Mittel verabreicht.[1])

Verzinkungsanstalten. Ein dünner Zinküberzug auf Eisen ist ein vorzügliches Rostschutzmittel, und wird deshalb die Verzinkung vielfach für eiserne, im Freien zu benutzende Gegenstände, z. B. für Wellblech, Drahtgewebe, Schiffsbeschläge angewendet. Die Verzinkung geschieht in derselben Weise wie die Verzinnung, nur fällt bei ihr die Anwendung eines Fettbades fort. Um die Oxydation der Oberfläche des Zinkbades möglichst zu vermindern, wird dieselbe mit Salmiak bedeckt. Auch wird zur Vermeiduug von Zinkverlusten häufig in den eisernen Gefässen zur Aufnahme des Zinkbades zunächst Blei eingeschmolzen, auf welches dann eine verhältnismässig dünne, auf dem Blei schwimmende Zinkschicht gebracht wird.

Die Schädigungen, denen die Arbeiter in den Verzinkungsanstalten ausgesetzt sind, gleichen denjenigen, die in Verzinnereien auftreten, nur fällt die Staubbelästigung weg, da ein Reinigen der verzinkten Gegenstände nicht nötig ist. Dagegen treten bei denjenigen Anlagen,

[1]) Jahresberichte 1892, S. 49.

in welchen die Zinkbäder geschmolzenes Blei enthalten, die Schädigungen auf, die der Verarbeitung des Bleies eigentümlich sind. Zuweilen kommt es auch vor, dass die Kessel, in welchen die Zinkbäder eingeschmolzen werden, eine höchst primitive Feuerungsanlage (Heizung durch Koks und Austritt der Verbrennungsgase in den Arbeitsraum) besitzen, so dass die Arbeiter ausser durch Zinkdämpfe auch noch durch Verbrennungsgase belästigt werden.

Diese in Verzinkereien auftretenden Schädigungen sind, soweit die Säurebottiche und Zinkbäder mit ihren Dünsten in Frage kommen, in derselben Weise zu beseitigen, wie es vorstehend für die Weissblechfabrikation angegeben ist. Auch sind die Arbeiter in der dort angegebenen Weise gegen die Einwirkungen der Nässe und gegen die Einwirkungen der Säuren auf die Hände zu schützen. Feuerungen, bei welchen die Verbrennungsprodukte ohne weiteres in den Arbeitsraum treten, sind unter keinen Umständen zu dulden.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass sowohl die Arbeiter bei der Verzinnung, wie auch diejenigen bei der Verzinkung eine ziemlich unsaubere Arbeit zu verrichten haben und dass daher selbstverständlich das Bedürfnis für diese Leute vorhanden ist, sich am Schluss der Arbeit zu reinigen und die Arbeitskleider zu wechseln. Es ist demnach für Waschvorrichtungen und Garderobenräume Sorge zu tragen, wie auch ausserdem ein staub- und dunstfreier Raum zum Einnehmen von Speisen zur Verfügung gestellt werden muss.

Die bei der Verzinkung und Verzinnung auftretenden Beizwässer können benachbarten Brunnen und Gewässern schädlich werden, sie müssen deshalb zunächst in undurchlässige Behälter gebracht werden, in welchen sie durch Kalkzusatz völlig abgestumpft und geklärt werden. Erst hiernach können sie in Senkgruben beseitigt oder in Wasserläufe abgelassen werden.

D. Maschinenbau, Metallwaaren und Feinmechanik.

Maschinenfabriken. In den Maschinenfabriken haben wir im allgemeinen folgende Abteilungen zu unterscheiden: Giesserei, Kesselschmiede, Hammerschmiede, mechanische Werkstatt und Montagewerkstatt. Die den Giessereibetrieben eigentümlichen Schädlichkeiten sind bereits in den vorhergehenden Abschnitten besprochen (siehe S. 756 ff.).

1. Kesselschmiede. Die in der Kesselschmiede beschäftigten Arbeiter sind vornehmlich dadurch Schädigungen ausgesetzt, dass die

Feuer zum Warmmachen der Bleche und Nieten meistens nicht mit Einrichtungen versehen sind, die das Austreten der Verbrennungsgase in den Arbeitsraum verhindern, ferner sind die Arbeiter grossen Temperaturwechseln ausgesesetzt, und endlich verursacht der fortwährende gewaltige Lärm häufig Schwerhörigkeit. Ausserdem trifft man öfters Leute mit Anschwellungen der Kniee an, was darauf zurückzuführen ist, dass dieselben beim Nieten im Innern der Kessel einen schweren Hammer vorhalten, wobei sie meistens eine knieende Stellung einnehmen.[1]) Die zur Benutzung kommenden Werkzeugmaschinen, namentlich Lochstanzen, Scheeren, Bohrmaschinen und dergleichen, sowie die vorhandenen Hebezeuge, erhöhen die Unfallgefahr dieser Betriebe, die an sich schon wegen der verhältnismässigen schweren und groben Arbeit nicht unbedeutend ist.

Um den erwähnten Schädlichkeiten nach Möglichkeit zu begegnen, sind sämtliche Feuerstellen so einzurichten, dass die — in der Regel durch Wind — gepressten Verbrennungsgase am Austreten in die Arbeitsräume verhindert werden. Zu diesem Zweck sind Dunstfänge anzubringen, die in hohe Essen münden. Da diese Einrichtung nicht immer genügt, um sämtliche Verbrennungsgase abzuführen, namentlich nicht bei Beginn der Arbeit, wenn die Essen noch kalt sind, so schliesst man die Dunstfänge besser an eine Rohrleitung an, aus welcher die Verbrennungsprodukte durch einen Exhaustor abgesaugt werden. Die Nachteile, welche das Nieten mit der Hand im Gefolge hat — äussere Verletzungen, Schädigungen des Gehörs u. s. w. — könnten zum Teil durch Einführung des hydraulischen Nietverfahrens beseitigt werden. Ein Eingehen auf die Schutzvorrichtungen gegen Unfallgefahr, soweit dieselben nicht bereits im IX. und X. Abschnitt Berücksichtigung gefunden haben, fällt ausserhalb des Rahmens dieses Buches.

Neuerdings wird zur Anfertigung eiserner Kessel und Gefässe, die keinem hohen Druck zu widerstehen haben, mehrfach das vom Ingenieur N. v. Benardos in St. Petersburg erfundene elektrische Schweissverfahren[2]) angewandt.

Dasselbe besteht darin, dass die zu vereinigenden Metallstücke, mit ihrer Schweissnaht aneinander gelegt und mit kleinen Stücken desselben Metalls bedeckt, die negative Elektrode des Lichtbogens bilden; die Stromleitung erfolgt durch die eiserne Arbeitsunterlage, auf welcher sie liegen und die mit der Stromquelle leitend verbunden ist. Über der Schweissnaht wird von einem Arbeiter in einem isolierten Halter ein Kohlenstab hin- und hergeführt, welcher, durch ein Kabel mit der Stromquelle verbunden, die positive Elektrode des Lichtbogens bildet. Sobald der Arbeiter die Kohle den zu verbindenden Metallen genügend nähert, springt der elektrische Lichtbogen über und schmilzt die Metallstückchen und die Ränder der beiden Bleche, wodurch

[1]) Amtliche Mitteilungen 1881, S. 309.

[2]) Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1888, Nr. 266, S. 34.

die Verbindung der letzteren bewirkt wird. Es werden immer nur kurze Stücke in Angriff genommen, die beim Erstarren noch leicht verhämmert werden.

Die Schädigungen, die bei diesem Verfahren für die Arbeiter erwachsen, bestehen in der Einwirkung des grellen Lichtes[1]) auf die Augen und in der Belästigung durch starke Wärmestrahlung sowie endlich in den Folgen, die durch die Berührung mit den elektrischen Leitungen verursacht werden können. Zur Abwendung der erstgenannten Schädigungen sind die einzelnen Arbeitsstellen zum Schutz der vorübergehenden Personen durch hohe eiserne Schutzschirme möglichst einzuschliessen und die Arbeiter mit Gesichtsmasken mit schwarzen oder dunkelblauen Augengläsern zu versehen, die entweder bei jedesmaliger Hervorrufung des Lichtbogens vorgehalten oder heruntergeklappt werden, zu welchem Zweck sie mit der Kopfbedeckung fest verbunden werden. Gegen die Einwirkung der Wärmestrahlung sind die Arbeiter durch einen Schild zu schützen, der aus einem die Wärme schlecht leitenden Stoff hergestellt ist. Um die gesundheitsschädliche Einwirkung möglichst abzukürzen, sind kurze Arbeitsschichten am Platze.

Für die Nachbarschaft werden die Kesselschmieden durch das fortwährende starke Geräusch lästig, ein Übelstand, dem nur durch Einführung des hydraulischen Nietverfahrens oder dadurch abgeholfen werden kann, dass die Arbeiten möglichst bei geschlossenen Fenstern und Thüren vorgenommen werden.

2. Hammerschmiede. Die Arbeiter in den Hammerschmieden sind in gesundheitlicher Beziehung dadurch gefährdet, dass die Verbrennungsgase in den Arbeitsraum eintreten, dass sie beständigem Temperaturwechsel ausgesetzt sind und dass die Arbeit andauernd im Stehen verrichtet werden muss, wodurch Anschwellungen der unteren Extremitäten herbeigeführt werden können. An Maschinen, die Anlass zu Unfällen bieten, kommen vorwiegend die mechanisch bewegten Hämmer und die Gebläse in Betracht. Letztere bieten ferner durch starkes Geräusch nicht unerhebliche Belästigungen.

Die Beseitigung der Übelstände, welche durch das Austreten der Verbrennungsgase herbeigeführt werden, ist in derselben Weise anzustreben, wie es vorstehend bezüglich der gleichartigen Übelständen in Kesselschmieden angegeben wurde. Geräumigkeit und gute Lüftungseinrichtungen der Schmiedewerkstatt tragen sehr zur Verminderung derselben bei. Der Einfluss des häufigen Temperaturwechsels ist bei weitem nicht so gross wie bei den Ofenarbeitern in Hüttenbetrieben, auch ist der schädigende Einfluss, den das Arbeiten im Stehen hervorruft, von

[1]) Amtliche Mitteilungen 1890, S. 178.

untergeordneter Bedeutung. Dagegen ist das Schmiedehandwerk zu denjenigen Arbeitsarten zu rechnen, welchen grössere körperliche Anstrengungen verlangen; aus diesem Grunde wäre es erwünscht, dass die Arbeiter vor der Zulassung ärztlich untersucht würden, damit schwächliche Personen ausgeschlossen werden können.

Die Schutzmaasregeln gegen Unfallgefahr, welche beim Hammerbetrieb anzuordnen sind, gleichen denjenigen, die bei den Hammerwerken (siehe S. 771) als zweckmässig bezeichnet sind. Es kann daher auf das dort Gesagte verwiesen werden.

Zur Schalldämpfung bei den geräuschvoll arbeitenden Gebläsen hat sich die Einschliessung derselben durch Gipsdielenwände bewährt.

3. Mechanische Werkstatt. In dieser Abteilung sind die Werkzeugmaschinen aufgestellt, die zur Fertigstellung der in der Giesserei und Schmiede hergestellten Gegenstände benutzt werden. Besondere gesundheitsschädigende Einflüsse sind in dieser Werkstatt kaum vorhanden, dagegen bieten die Maschinen in verschiedener Richtung Anlass zu Unfällen. Die Mehrzahl der dagegen anzubringenden Schutzvorrichtungen bezieht sich auf die Sicherung der Zahnräder und auf die Umwehrung der Wellenleitungsteile, worüber im IX. Abschnitt Ausführliches mitgeteilt ist. Neben diesen allgemeinen Schutzvorrichtungen kommen dann noch besondere, so z. B. an den Einspannvorrichtungen für Werkzeuge und Arbeitsstücke in Betracht, bezüglich derer auf die Spezialwerke über Unfallverhütung zu verweisen ist[1]).

4. Montagewerkstatt. In der Montagewerkstatt werden die Maschinen und Apparate aus den vorbereiteten Einzelteilen zusammengebaut; dies geschieht durch Schlosser, die die letzten Fertigstellungsarbeiten oder die Zurichtung der einzelnen Stücke an den Feilbänken auszuführen haben. Als Gesundheitsschädigungen kommen für dieselben in Betracht das Einatmen von metallischem Staub und die stehende Arbeitsweise. In betreff des Einflusses der letzteren verweisen wir auf das hierüber bei den Schmieden Gesagte. Um schädigenden Staub und direkte Berührung mit Blei zu vermeiden, müsste die Anwendung der über die Backen der Schraubstöcke gelegten „Bleibacken“, durch welche beim Einspannen die bearbeiteten Flächen des Arbeitsstückes geschont werden sollen, verboten, und das Blei durch andere, ungefährliche weiche Metalle (z. B. Kupfer) ersetzt werden.

[1]) Vergl. Bericht über die Deutsche Allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung II. Bd., I. Hälfte, S. 39 und folg., sowie das von der Gesellschaft zur Verhütung von Fabrikunfällen zu Mülhausen i. E. herausgegebene Werk: „Sammlung von Vorrichtungen und Apparaten zur Verhütung von Unfällen an Maschinen.“ 2. Aufl. Mülhausen i. E. 1895.

Metallwaarenfabriken mit Schleifereibetrieb. Viele Metallwaaren, welche durch Schmiedearbeit oder durch Giessen in Formen hergestellt sind, werden zu ihrer Fertigstellung auf schnell laufenden Scheiben oder Steinen geschliffen oder poliert. Zu den mancherlei Gegenständen, die auf diese Weise bearbeitet werden, gehören z. B. Äxte, Spaten, Hacken, Sensen, Feilen, Schwertklingen, Messer, Gabeln, Scheeren Sporen, Nähnadeln, Beschläge für Pferdegeschirre, Ofenteile, Waffenteile, Ventilgehäuse u. s. w.

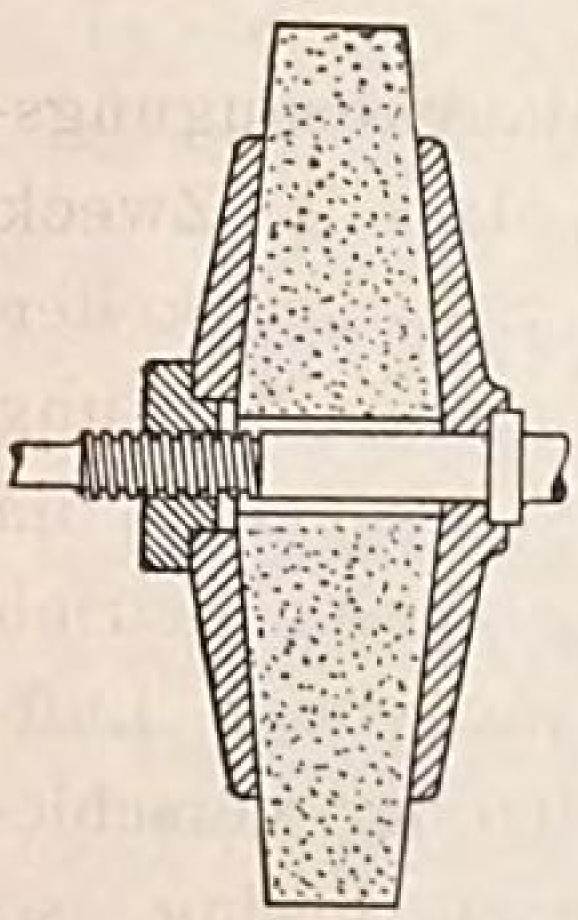
Die Metallschleiferei umfasst in der Hauptsache drei, in gesundheitlicher Beziehung verschiedenartige Arbeitsweisen, nämlich das trockene, das nasse Schleifen und das Polieren. Das Schleifen geschieht auf Sand- oder Schmirgelsteinen; beim nassen Schleifen wird der Stein ständig mit Wasser benetzt, wobei eine Staubentwickelung so gut wie ausgeschlossen oder doch von untergeordneter Bedeutung ist. Viele Metallwaaren werden nur poliert. Das Polieren geschieht auf hölzernen Scheiben, deren Umfang mit Leder überzogen ist, worauf eine Lage Schmirgel und Eisenoxyd oder ein ähnliches Poliermittel aufgetragen wird. Ferner werden zum Polieren sogenannte Lappen- oder Schwabbelscheiben benutzt; dieselben bestehen aus zahlreichen, aus wollenem Stoff geschnittenen Scheiben, die zusammengelegt und mit zwei Rosetten auf einer Welle befestigt werden. Wird letztere rasch gedreht, so richten sich die Scheiben auf, und das Ganze bildet scheinbar eine einzige Scheibe, auf deren Umfang jedes beliebig geformte Stück eingedrückt und unter Benutzung von Poliermitteln poliert werden kann. Beim Polieren entwickelt sich verhältnismässig wenig Staub; immerhin jedoch ist dieser schon ziemlich belästigend. Bei den mit Leder überzogenen Scheiben entstehen beim Andrücken des zu schleifenden Gegenstandes zahlreiche Funken und lösen sich staubförmige Teile des Poliermittels ab, auch entwickeln sich brenzliche Gerüche. Bei den Schwabbelscheiben werden grosse Mengen von Fasern von dem zur Herstellung dieser Scheiben benutzten Stoffen abgescheuert und fliegen im Arbeitsraum umher, gleichzeitig wird auch Staub durch die zur Anwendung kommenden Poliermittel erzeugt.

Das am häufigsten zur Anwendung kommende trockene Schleifen verursacht verhältnismässig grosse Staubentwickelung und gefährdet die Gesundheit der Arbeiter in aussergewöhnlich hohem Grade. Ähnlich wie beim trockenen Schleifen findet auch bei dem sogenannten Bürsten der Metallwaaren eine sehr nachteilige Staubentwickelung statt; es geschieht dies auf Scheiben, deren Peripherie mit starken Borsten besetzt ist, welche zuvor mit pulverisiertem Wiener Kalk bestreut sind. Der sich entwickelnde Staub enthält ausser dem feinen Kalkstaub auch die Spitzen der Borsten, welche ausserordentlich reizend auf die Atmungsorgane einwirken.

Die Schädlichkeit der Einatmung des Schleifstaubes ist eine grosse und unbestrittene; sie ist in ihren Wirkungen und Folgen bereits im I. Abschnitt, S. 85 ff., ausführlich gewürdigt. Ausser der Staubeinwirkung ist unter den schädlichen Einflüssen, welchen die Arbeiter in den Schleifereien ausgesetzt sind, in erster Linie noch die Stellung zu nennen, welche der Schleifer bei der Arbeit einzunehmen gezwungen ist. Er muss in der Regel ohne Unterbrechung vornübergebeugt mit zusammengedrückter Brust im Sitzen arbeiten. Hierdurch wird die schädliche Einwirkung des Staubes wesentlich begünstigt. Beim Nassschleifen haben die Arbeitsräume stets eine feuchte kalte Atmosphäre, und bei älteren, mit Wasserkraft betriebenen Schleifereien finden sich überdies vielfach feuchte kellerartige Räume. Da die Arbeiter ausserdem durch das von dem Stein abspritzende Wasser ständig bebenetzt werden, so ist es erklärlich, dass auch rheumatische Leiden bei den Schleifern häufiger vorkommen.

Ausser diesen mannichfachen Gesundheitsschädigungen sind die an den Schleifsteinen beschäftigten Arbeiter auch einer erheblichen Unfallgefahr ausgesetzt, die dadurch bedingt wird, dass die Steine zerspringen und die abfliegenden Bruchstücke schwere Verletzungen verursachen können. Namentlich ist diese Gefahr bei den schnell umlaufenden Steinen eine verhältnismässig grosse. Zur Sicherung gegen das Zerreissen der Schleifsteine sind viele und sehr verschiedenartige Vorkehrungen getroffen. Dieselben können nur dann als vollkommen betrachtet werden, wenn sie einmal den Anforderungen, welche vom Standpunkte der Unfallverhütung aus an sie gestellt werden müssen, genügen und zweitens den Einrichtungen zur Staubbeseitigung nicht hinderlich sind. Uns scheint die in Fig. 724 dargestellte, von der Firma Fontaine & Co. in Bockenheim bei Frankfurt a. M. ausgeführte Konstruktion von Schmirgelsteinen (die auch für kleinere Sandsteine geeignet ist) diese Anforderungen zu erfüllen. Das Wesentliche derselben ist der keilförmige Querschnitt des Steines und die Anwendung hinterdrehter, schmiedeeiserner, möglichst grosser Flanschen. Das Abfliegen grösserer Bruchstücke beim Springen eines solchen Steines ist unmöglich, namentlich dann, wenn die Grösse der (wegen der Abnutzung des Steines in verschiedenen Durchmessern vorrätig zu haltenden) Flanschen so bemessen wird, dass zwischen den Rändern dieser und dem Rande des Steines höchstens ein Abstand von 2—3 cm besteht. Ausserdem ist der ganze

Fig. 724.



Vorrichtung gegen das Zerspringen von Schleifscheiben von Fontaine & Co. in Bockenheim.

Scheibenkörper an sich widerstandsfähiger gegen die auf Bruch wirkende Zentrifugalkraft, als die gewöhnliche Form; auch bleibt der ganze Umfang des Scheibenkörpers zum Arbeiten und zum Anbringen von Entstaubungsvorrichtungen frei.[1])

Über Vorkehrungen in Schleifereien, die den Arbeiter gegen Staubeinatmung zu schützen geeignet sind, vergl. die Ausführungen im V. Abschnitt, S. 418—421. Zur Vervollständigung der dort gemachten Angaben sei hier noch folgendes bemerkt. Es kann kaum bezweifelt werden, dass als die besten Vorkehrungen zur Beseitigung des Staubes dichte, nur die Arbeitsstelle des Steines freilassende Umhüllungen angesehen werden können, die durch Röhren mit einem Exhaustor verbunden sind, der bis zur Arbeitsstelle eine ausreichende saugende Wirkung ausübt. Für verschiedene preussische Landesteile sind derartige Einrichtungen durch Polizeiverordnung vorgeschrieben. Beispielsweise bestimmt § 1 einer Polizeiverordnung vom 7. Juli 1875 für den Regierungsbezirk Düsseldorf:

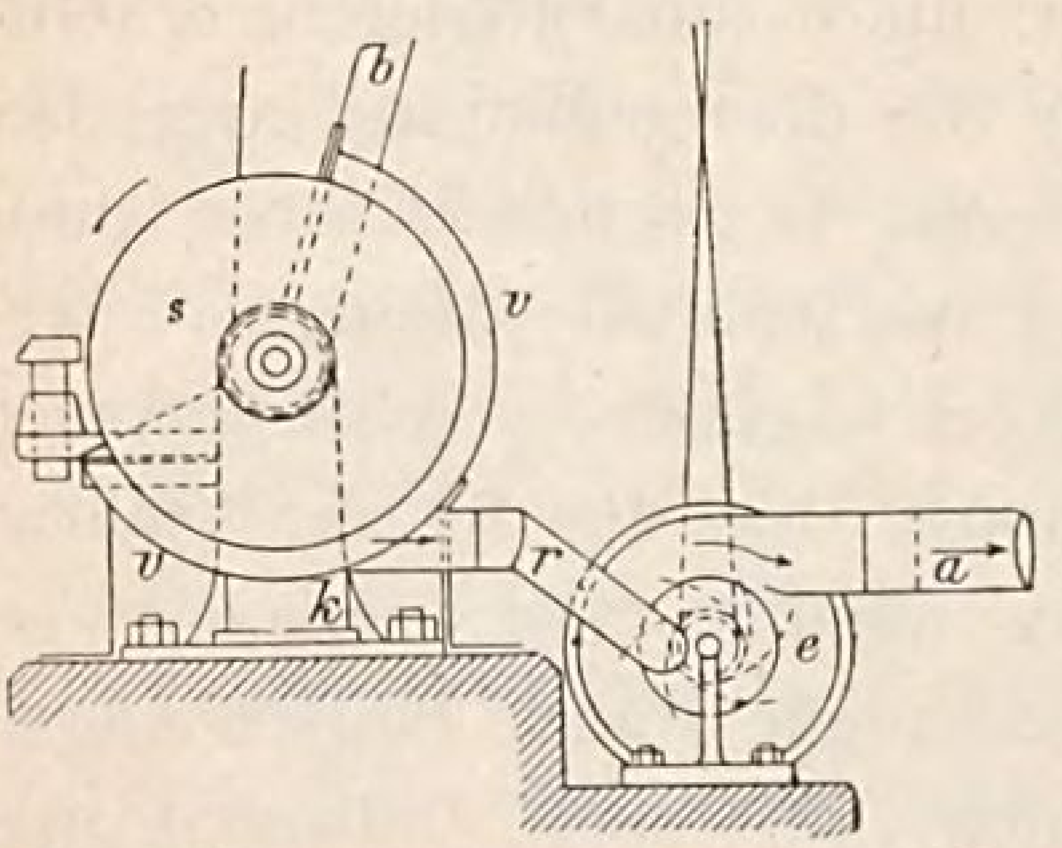
Beim Schleifen der Metallwaaren müssen alle zum Trockenschleifen dienenden Steine, sowie die zum Bürsten dienenden Scheiben während der Arbeit mit einem geeigneten Ventilationsapparat versehen sein, welcher das Eindringen des bei der Arbeit entstehenden Schleifstaubes in den Arbeitsraum verhindert und denselben mittels eines besonderen Ableitungsrohres oder Kanals ins Freie schafft.

Es kann leider nicht behauptet werden, dass diese Staubabsaugungsvorrichtungen schon eine solche Vollkommenheit besitzen, dass ihr Zweck in jeder Beziehung erreicht wird. Die hauptsächlichsten Schwierigkeiten bestehen darin, dass die Arbeiter durch eine kräftige saugende Wirkung der Exhaustoren belästigt werden und dass sie daher — namentlich im Winter — bestrebt sind, die Staubabsaugungsvorrichtung ausser Betrieb zu setzen. Ferner ist es schwierig, die Stärke des saugenden Luftstromes richtig zu bestimmen, bezw. den Geschwindigkeiten der verschiedenen Steine richtig anzupassen. Ist die Saugwirkung zu gering, so reisst der durch die schnelle Rotation des Steins an seinem Umfange entstehende Luftstrom die gebildeten Funken und Staubteile so weit herum, dass sie der am Schleifstein arbeitenden Person ins Gesicht fliegen. Es ist ferner schwierig, den Umhüllungen eine solche Form zu geben, dass der Arbeiter in der freien Bewegung beim Arbeiten nicht gehindert wird. Schliesslich verstopft der abgesaugte Staub leicht die Rohrleitung und den Exhaustor und macht die Anlage betriebsunfähig. Eine Einrichtung, welche zu den besseren gehört, ist in Fig. 725 (S. 796) dargestellt.

[1]) Vergl. die ausführlichere Beschreibung der neuerdings in Anwendung gekommenen Schutzvorrichtungen von E. C. Pfaff, Über Schmirgelschleifscheiben und Schleifsteine. Zeitschrift der Zentralstelle f. Arb.-Wohlfahrtseinr. 1895, No. 19.

Die Schmirgelscheibe s ist mit einer aus Blech hergestellten Umhüllung v versehen. Durch einen Schieber b, welcher der Abnutzung des Steines entsprechend immer dicht an dieselbe herangeschoben werden kann, werden die von dem Stein oben über denselben hinausgeschleuderten Funken und Staubteile zurückgehalten. Die schwersten Staub- und Metallteile fallen in einen unten am Verdeck angebrachten und mit Schieber versehenen Kasten k, während der feine Staub durch das Rohr r nach dem Exhaustor e und von diesem durch das Rohr a ins Freie geschafft wird. Der Kasten k ist zweckmässig mit Wasser gefüllt zu halten, um ein Aufwirbeln des Staubes zu verhüten. Da der Staub sich zunächst auf der Oberfläche des Wassers ablagert, so lässt er sich am besten fortschaffen, wenn in k fortwährend Wasser zu- und abgeführt wird.

Fig. 725.



Staubabsaugung an Schleifscheiben.

Werden von der Entstaubungsanlage einer Schleiferei grössere Mengen Staub abgeleitet, so können die Nachbarn durch dieselben sehr belästigt werden. Zur Verhütung derartiger Belästigungen ist der Staub in geeigneten Behältern aufzufangen, nötigenfalls durch Wasserberieselung niederzuschlagen.

Da es keinem Zweifel unterliegen kann, dass die Schleiferarbeit in hohem Grade gesundheitsschädlich ist, so ist es selbstverständlich, dass nur kräftige Naturen dieser Beschäftigung gewachsen sind. Es erscheint daher geboten, schwächliche und in der Entwickelung begriffene Personen von der Arbeit des Schleifens auszuschliessen. Hiernach ist es also dringend wünschenswert, dass man die Beschäftigung von Frauen und jugendlichen Arbeitern verbietet und dass die Zulassung der männlichen Arbeiter von einer ärztlichen Untersuchung abhängig gemacht wird.

Im Betriebe sind, ausser den besprochenen Schutzmaassregeln, noch solche erforderlich, die im allgemeinen für Fabriken wünschenswert sind. Insbesondere sind Garderobe, besondere Essräume und zweckmässige Wasch- und Badevorrichtungen zu verlangen.

Feilenhauerei. Die zur Formgebung der Feilen notwendigen ersten Arbeiten, welche in dem Schmieden und Schleifen der zur Herstellung dienenden Flussstahlstücke bestehen, sind bereits im Vorhergehenden in Bezug auf die damit verbundenen Schädlichkeiten besprochen worden. Es bleibt uns demnach nur noch übrig, die Schädlichkeiten zu erörtern, die mit der eigentlichen Feilenhauerei verbunden sind.

Die Handarbeit, welche bislang noch vorherrschend ist, nötigt den Feilenhauer zu einer sitzenden Lebensweise und zu einer nach vorn

gebeugten Stellung; ausserdem werden einzelne Muskeln besonders angestrengt. Da in den Feilenhauerwerkstätten auch reichlich Staub entwickelt und die schädliche Wirkung desselben noch dadurch erhöht wird, dass der Staub Blei enthält, so erklärt sich zur Genüge, dass die Erkrankungsziffer der Feilenhauer sich weit über den Durchschnitt der bei anderen dem Metallstaub ausgesetzten Arbeitern beobachteten erhebt. Neben den Erkrankungen der Lunge und der Bronchien kommen bei den Feilenhauern Bleiintoxikationen vor, die darauf zurückzuführen sind, dass der Feilenhauer beim Einhauen der Feilen einen Bleiblock als Unterlage benutzt und demnach der ständigen Berührung mit Blei und der Einatmung des aus der Reibung der frisch aufgehauenen Feile auf ihrer Unterlage entstehenden Bleistaubes ausgesetzt ist.

Es wäre erwünscht, dass diese Bleiunterlage durch andere, weniger gefährliche Stoffe ersetzt würde. Im übrigen sind für die Feilenhauer als notwendige Schutzmaassregeln zu nennen: Ausreichend geräumige, gut gelüftete und reinlich gehaltene Arbeitsräume, ärztliche Untersuchung vor dem Eintritt in das Gewerbe zum Zweck des Ausschlusses schwächlicher jugendlicher Arbeitskräfte und Gewährung von ausreichenden Ess- und Garderoberäumen mit zweckmässigen Waschvorrichtungen.

Schrauben-, Muttern- und Nietenfabriken. In diesen Anlagen werden die Schraubenköpfe, Muttern und Nieten unter Fallhämmern in Gesenken geschmiedet und etwaige Gewinde auf besonderen Gewindeschneidemaschinen hergestellt. Der Charakter dieser Anlagen entspricht daher im allgemeinen den Hammerschmieden, und wir können hinsichtlich der auftretenden Schädigungen auf diese verweisen. Die zahlreichen Wärmöfen in diesen Anlagen werden sehr oft ohne Dunstfänge frei im Arbeitsraum aufgestellt, so dass erhebliche Mengen von Verbrennungsgasen in letzteren austreten. Den Grundsätzen der Hygiene entspricht es nicht, dass solche mangelhafte Zustände geduldet werden, ganz besonders nicht, wenn — wie es vorkommt — die Fräs- und Gewindeschneidemaschinen in Räumen aufgestellt sind, die sich über den Wärmöfen und Schmiedefeuern befinden und diese Räume keine vollkommen dichten Fussböden haben. Ebenso wie es für die Feuerstellen der Kessel- und Hammerschmieden empfohlen ist, müssen auch die Feuerstellen der hier in Frage kommenden Anlagen mit guten Einrichtungen versehen werden, die ein Entweichen der Verbrennungsgase in die Arbeitsräume unmöglich machen.

Abgesehen von den allgemeinen Erfordernissen, die im Interesse der Arbeiter geboten erscheinen und die wir genugsam für ähnliche Betriebe

erörtert haben, wäre hier noch anzuführen, dass die Frauenarbeit in diesen Fabriken nicht geduldet werden sollte.

Uhrenfabriken und Fabriken zur Anfertigung physikalischer Instrumente. Anlagen dieser Art besitzen gewöhnlich zwei Abteilungen: eine Messinggiesserei und eine mechanische Werkstatt zur Bearbeitung der Gusswaaren. Bei grösseren Anlagen schliessen sich dann wohl noch andere Abteilungen, z. B. Holzbearbeitungswerkstätten und Schleifereien an.

Schädlichkeiten besonderer Art sind diesen Anlagen nicht eigen, und wir können in dieser Beziehung auf die Maassnahmen verweisen, die bei gleichartigen Betrieben im Vorstehenden empfohlen worden sind. Nur in der Hinsicht findet für die Arbeiter der mechanischen Werkstatt eine bemerkenswerte Abweichung statt, dass hier die Arbeitsstücke und Arbeitsmaschinen verhältnismässig klein sind und dass die Arbeiter daher im Sitzen arbeiten und den Schädigungen einer solchen Arbeitsweise und teilweise der Überanstrengung der Augen ausgesetzt sind. Bei manchen derartigen Betrieben kommt ferner die Einwirkung von Quecksilber und die daraus in gesundheitlicher Beziehung erwachsende Gefahr in Betracht. Hier ist ausgiebige Lüftung der Arbeitsräume das erste Erfordernis, auch muss die Temperatur möglichst niedrig gehalten werden. Da nämlich die Spannung der Quecksilberdämpfe und ebenso die Verdampfung mit der Temperatur abnimmt, aber selbst bei Null Grad noch nicht aufhört, so muss die Temperatur möglichst niedrig gehalten werden, um die Bildung von Dämpfen möglichst zu beschränken. In betreff der Lüftung der Arbeitsräume darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass mit der grösseren Lufterneuerung gleichzeitig eine grössere Verdunstung des Quecksilbers herbeigeführt wird und dass die Lüftung daher nur insofern günstig wirkt, als sie die Sättigung der Luft mit Quecksilber verhütet.

Ein weiteres Erfordernis ist ein guter dichter Fussboden, der frei von Fugen und Rissen ist, damit das etwa verspritzte Quecksilber leicht zusammengefegt und am Verdampfen gehindert werden kann. Der Fussboden ist täglich mit Ammoniakflüssigkeiten zu besprengen.

Eine besondere Beachtung verdient die Kleidung. Entweder müssen die Arbeiter während der Arbeit besondere Kleidungsstücke tragen, oder sie müssen Überkleider anlegen, die in der Fabrik zurückzulassen sind. Für die Überkleider würde sich ein leichter Leder- oder Kautschukstoff am besten eignen. Durch solche Stoffe würde verhindert, dass das Quecksilber in die Kleider eindringt und hier durch die Körperwärme zur Verdampfung gelangt. Zu den Überkleidern gehört auch eine Kopfbedeckung. Bart und Haare der Arbeiter sollten so kurz wie möglich gehalten werden,

da sich dann um so weniger Quecksilberstaub darin ansammeln kann. Ferner sind die Arbeiter zur grössten Reinlichkeit anzuhalten, und es sind ihnen genügende Waschvorrichtungen anzuweisen, auch müssen sie zum wiederholten Ausspülen des Mundes angehalten werden. Das Essen und Trinken in den Arbeitsräumen ist streng zu verbieten. Für diesen Zweck müssen besondere Räume vorhanden sein, und die Arbeiter müssen angehalten werden, vor dem Einnehmen von Speisen und Getränken Hände, Gesicht und Nase zu reinigen, sowie den Mund sorgfältig auszuspülen. Ein weiteres prophylaktisches Mittel ist die häufige Verabfolgung von Bädern.

Im übrigen sind ähnliche Schutzmaassregeln zu treffen, wie sie bei den Anlagen zur Gewinnung des Quecksilbers als erforderlich bezeichnet wurden. Es ist also auch in den hier in Rede stehenden Betrieben geboten, dass jugendliche und weibliche Arbeiter von den Arbeiten mit Quecksilber ausgeschlossen und dass die beschäftigten erwachsenen Arbeiter ständig durch einen Arzt überwacht werden.

Fabriken zur Herstellung von elektrischen Beleuchtungskörpern. Quecksilbererkrankungen wurden auch in den Glühlampenfabriken, zuerst 1888 in Berliner Fabriken beobachtet.[1] Weitere Mitteilungen über diesen Gegenstand hat kürzlich J. Donath[2] veröffentlicht, der in einer Fabrik in Ofen-Pest während eines kurzen Zeitraumes 12 Fälle chronischer Quecksilbervergiftung zu Gesicht bekam. Die Erkrankungen werden durch die Quecksilberluftpumpen bedingt, welche zur Erzeugung des Vakuums in den Glühlampen dienen. Da die zu diesen Pumpen gehörigen Glasröhren manchmal zerbrechen, so kann sich das Quecksilber auf dem Fussboden des Arbeitsraumes verbreiten und bewirkt dann durch seine Verdampfung und durch die Berührung der Hände mit dem Quecksilber die Erkrankung. Zur Verhütung der hierdurch bedingten Erkrankungen wurden seitens des Berliner Polizeipräsidiums folgende Vorschriften erlassen:

Verordnung des Königlichen Polizeipräsidenten zu Berlin vom 22. November 1888, betreffend die Einrichtung und den Betrieb von Glühlampenfabriken.

1. Der Arbeitsraum (Pumpstation) ist so einzurichten, dass stets frische Luft zu- und schädliche Luft abgeführt wird.

2. Die Beschäftigung der Arbeiter ist so zu regeln, dass den Quecksilbervergiftungen rechtzeitig vorgebeugt wird.

[1]) Jahresberichte 1888, S. 22; 1889, S. 25.

[2]) Die chronische Quecksilbervergiftung in den Glühlampenfabriken und ihre Verhütung. Zeitschrift der Zentralstelle für Arb.-Wohlfahrtseinr. 1895, No. 2, S. 21.

3. Alle in der Pumpstation sich länger aufhaltenden Arbeiter und Beamten müssen mit einem von der Direktion zu liefernden, zu unterhaltenden und wöchentlich einmal durch Waschen zu reinigenden Anzuge aus leinenem Überrock und Mütze bekleidet sein.

4. Zur Einnahme der Mahlzeiten muss ein besonderes, mit der Pumpstation nicht in Verbindung stehendes Zimmer vorhanden sein. Vor dem Betreten desselben haben die Arbeiter den oben beschriebenen Anzug abzulegen, sich Gesicht und Hände zu waschen und den Mund mit einer Lösung von chlorsaurem Kali auszuspülen.

5. Das Waschwasser, welches Schwefelleber in Lösung enthalten muss, und die Lösung von chlorsaurem Kali sind von der Fabrik zu liefern. Ebenso ist dafür zu sorgen, dass sich die Arbeiter wöchentlich dreimal unter warmer Douche abspülen und abwechselnd Wannenbäder nehmen.

6. Von Seiten der Fabrik ist ein Arzt anzunehmen, welcher die in der Pumpstation beschäftigten Arbeiter wöchentlich einmal zu untersuchen und auf sofortige Entfernung derjenigen zu dringen hat, bei welchen sich die geringsten Anzeichen von Quecksilbervergiftung bemerkbar machen.

7. Die Beobachtungen des Arztes sind in ein Buch einzutragen, welches den revidierenden Beamten auf Erfordern vorzulegen ist.

Ausser den in diesen Vorschriften geforderten Maasnahmen würden für die betreffenden Anlagen noch die Maassregeln geboten erscheinen, die vorstehend für solche Räume in Fabriken zur Herstellung physikalischer Instrumente gefordert sind, in denen Quecksilber verarbeitet wird. Endlich sollte man aber auch dahin streben, die Quelle des Übels zu verstopfen, indem man die leicht zerbrechlichen Glasröhren an den Quecksilberluftpumpem möglichst durch Stahlröhren ersetzt.

Nach der angeführten Mitteilung von Donath sind in der Fabrik der Aktiengesellschaft für elektrische Glühlampen in Ofen-Pest die Quecksilberluftpumpen bereits zum Teil durch mechanische Pumpen nach dem System Malignani ersezt, die also jede Verwendung von Quecksilber ausschliessen.

Bei der Herstellung der Kohlenstäbe für elektrische Bogenlampen findet namentlich bei dem Polieren der Kohlenstäbe eine reichliche Staubentwickelung statt. Durch die dauernde Einatmung von Kohlenpartikeln werden die Arbeiter erheblich gefährdet[1]), und müssen daher in derartigen Anlagen die nötigen Einrichtungen zur Beseitigung des entstehenden Staubes unbedingt gefordert werden.

[1]) Vergl. Zeitschr. der Zentralstelle f. Arb.-Wohlfahrtseinrichtungen 1894, S. 73.

XII. Abschnitt.

Industrie der Steine und Erden. Glas- und keramische Industrie.

Von Dr. med. Th. Sommerfeld, Berlin.

A. Industrie der Steine und Erden.

Edelsteinindustrie. Unter den Schädlichkeiten, welche sich bei der Bearbeitung der Diamanten und der übrigen Edelsteine, die in ähnlicher Weise wie die Diamanten geschliffen werden, geltend machen, sind die Staubeinatmung, die Hitze und der Rauch beim Verstellen, die gebückte Körperhaltung und die Anstrengung bei der Arbeit zu nennen[1]). Unter den Nachteilen einer gezwungenen Körperhaltung leiden besonders die Diamantschneider, die genötigt sind, sitzend mit vornüber gebeugtem Oberkörper zu arbeiten; unter der Staubeinatmung mehr oder weniger alle Edelsteinarbeiter. Die Kleinheit und der hohe Wert der zu bearbeitenden Materialien, deren Masse möglichst geschont werden muss, bedingt es allerdings, dass nur geringe Mengen des zwar sehr scharfen Edelsteinstaubes in die Atmungsorgane gelangen. Werden an Stelle der bei dem Diamantschleifen üblichen Scheiben aus gekörntem Gusseisen solche aus Sandstein benutzt, was bei den minder kostbaren Edelsteinen oft der Fall ist, so entwickeln sich erheblichere Mengen des gefährlichen Sandsteinstaubes. (Vergl. auch Abschn. I, S. 77.)

Nicht unbedenklichen Belästigungen und Schädigungen der Gesundheit sind die Versteller ausgesetzt, wenn sie die Kupferstäbe, auf welche der Diamant aufgelötet wird, über glühenden Kohlen erhitzen. Steht der Versteller den ganzen Tag über den Kohlentopf geneigt und bläst die

[1]) Arlidge, The hygiene, diseases and mortality of occupations, S. 198. London 1892. — Layet, Gewerbepathologie und Gewerbehygiene. Artikel: Juweliere, Goldarbeiter, Edelsteinfasser. Deutsch von Meinel. Erlangen 1877.

Kohlen mit dem Munde zur Flamme an, so treten oft die unangenehmsten Folgeerscheinungen hervor. Das Gesicht ist hochrot gefärbt, die sichtbaren Schlagadern pulsieren heftig, der Schweiss trieft in grossen Tropfen von Stirn und Wangen, die Augen sind funkelnd, die Atmung ist beschleunigt; Ohrensausen, Kopfschmerz und lebhaftes Durstgefühl stellen sich ein, und Blutarmut, Herzleiden, Schlagfluss und Lungenwassersucht sollen nach Coronel[1]) ziemlich häufig zur Beobachtung gelangen. Fast gänzlich aufgehoben werden diese üblen Folgen der Berufsthätigkeit, wenn das Auflöten der Diamanten auf die Kupferstäbe mittels Bunsen'scher Brenner erfolgt.

Geteilt sind die Anschauungen über die Wirkung der Bearbeitung der Diamanten auf das Auge. Eingehend wird diese Frage von Layet erörtert, der zu recht ungünstigen Resultaten gelangt.

„Die Steinschneider, die mit der Spaltung flacher oder im Innern fehlerhafter Steine beschäftigt sind, sitzen mit vornübergebeugtem Brustkasten, die Hände auf den Rand eines Kästchens gestemmt, der die kleinsten Stückchen und Splitterchen des in Bearbeitung begriffenen Diamanten aufnimmt. Diese Arbeit, die eine stete Aufmerksamkeit und grosse Geschicklichkeit erfordert, wird bei sehr hellem Tageslicht oder, wenn es dunkel geworden ist, beim Lichte von Gaslampen vorgenommen, deren Strahlen durch grosse Wasserkugeln auf den Edelstein konzentriert werden. Durch diese intensive Lichteinwirkung auf die Netzhaut wird die Ermüdung der Augen noch vermehrt. Bedenkt man die Schärfe des Blicks, die ausserordentliche Anstrengung des okulären Nervenapparates, die der Diamantschneider zur Anwendung zu bringen hat, um die geringsten Zeichen, die Gestalt, die Farbennüanzierung, die Flächeneinrichtung der ihm zur Bearbeitung anvertrauten Steine zu erfassen, der Schleifer, um jede einzelne der oft mikroskopischen Fazettchen des Edelsteins zu erkennen und nach einander an den Schleifstein zu halten, so wird es begreiflich, wie häufig alle diese Arbeiter mit Augenleiden behaftet sind. Meist kommen Reizungen und Blutüberfüllung der Aderhaut, professionelle Asthenopie und chronische Lidhautentzündung zur Beobachtung."

In direkten Widerspruch zu Layet tritt Lloyd-Owen, Chefarzt der Augenklinik in Birmingham, dem Hauptsitze der englischen Edelsteinindustrie. Auf Grund langjähriger Erfahrung bestätigt er allerdings das ziemlich häufige Auftreten von Fehlern des Sehapparates. Die mit diesen Sehstörungen behafteten Arbeiter erkranken aber nach seiner Erfahrung nicht infolge ihrer Thätigkeit, sondern lediglich infolge der Untauglichkeit ihrer Augen zu einem derartigen Berufe und sind bereits als Lehrlinge mit Fehlern des Sehapparates in den Beruf eingetreten.

Bei der Benutzung des Bleilots zum Auflöten der Diamanten auf die Kupferstäbe ist die Möglichkeit zu Bleierkrankungen gegeben, und thatsächlich konnte Hirt bei 30 unter 90 untersuchten Diamantarbeitern Spuren von Bleivergiftung feststellen.

Über die Erkrankungs- und Sterblichkeitsverhältnisse unter den Dia-

[1]) Coronel, De Diamantworkers te Amsterdam. Nederl. Tijdschr. Oct. 1865

mantarbeitern besitzen wir nur spärliche Zahlen. In betreff des Gegensatzes, der in dieser Beziehung zwischen den älteren und den neueren Autoren herrscht, vergl. Abschnitt I, S. 77. Da die Technik der Bearbeitung des Diamanten bis auf das Verstellen heute die gleiche ist, wie zur Zeit, als Coronel und Hirt die einschlägigen Verhältnisse erforschten, so dürfte die Ursache der wesentlichen Differenz zwischen den Resultaten der Untersuchung von Coronel und Hirt einerseits und Noll andererseits lediglich in den zweckmässigeren baulichen Einrichtungen, den richtiger bemessenen Arbeitsstunden und vielleicht auch in der besseren Lebensweise der Hanauer Arbeiter zu suchen sein. Die Werkstätten daselbst sind geräumig, und es entfallen auf jeden Arbeiter 30 cbm Luftraum; die Arbeitszeit ist auf 10 Stunden beschränkt.

Achatschleiferei. Der Achat, vornehmlich aus verschiedenen Varietäten von Chalcedon, also aus mikrokrystallinischer Kieselsäure bestehend, wird zur Herstellung von Reibschalen, Glättsteinen, Kameen, Ringsteinen, Agraffen, Armbändern, Rosenkränzen, Stockknöpfen und vielen anderen kleinen Gegenständen verwendet.

Die Achatsteine werden vor dem Schleifen mit Meissel und Hammer in der ungefähr erforderlichen Form zugeschlagen. Wertvollere Steine, wie vielstreifige Onyxe, pflegt man nicht mit Hammer und Meissel vorzuarbeiten, sondern man sägt sie auf Stahlscheiben, die an dem zugeschärften Umfange mit Diamantpulver bestrichen werden. Das Schleifen des Achats geschieht in den sogenannten Achatmühlen auf grossen, durch ein Wasserrad getriebenen Schleifsteinen von festem, rotem Vogesensandstein, welche am äusseren Umfang teils ebene Bahnen, teils Hohl- und Rundkehlen besitzen, die von den Schleifern geschickt benutzt werden, um den Gegenständen verschiedene Formen zu geben. Es wird durchweg nass geschliffen. Da der Schleifer alle Kraft anwenden muss, um das zu schleifende Achatstück an den Schleifstein anzudrücken, so liegt er mit Brust und Leib auf einem niedrigen ausgehöhlten Holze, dem Schleifstuhl, mit ausgestreckten und an starke Querleisten angestemmten Beinen. Das Vertiefen von Schalen, Mörsern u. dergl. geschieht auf kleinen Steinen von entsprechendem Durchmesser, das Polieren meist auf Walzen von hartem Holz, die mit feuchtem Trippel oder Bolus bestrichen werden. Zum Bohren der Achats bedient man sich schnell rotierender Stahlstifte, welche mit Diamantstaub oder Diamantstückchen versehen sind.

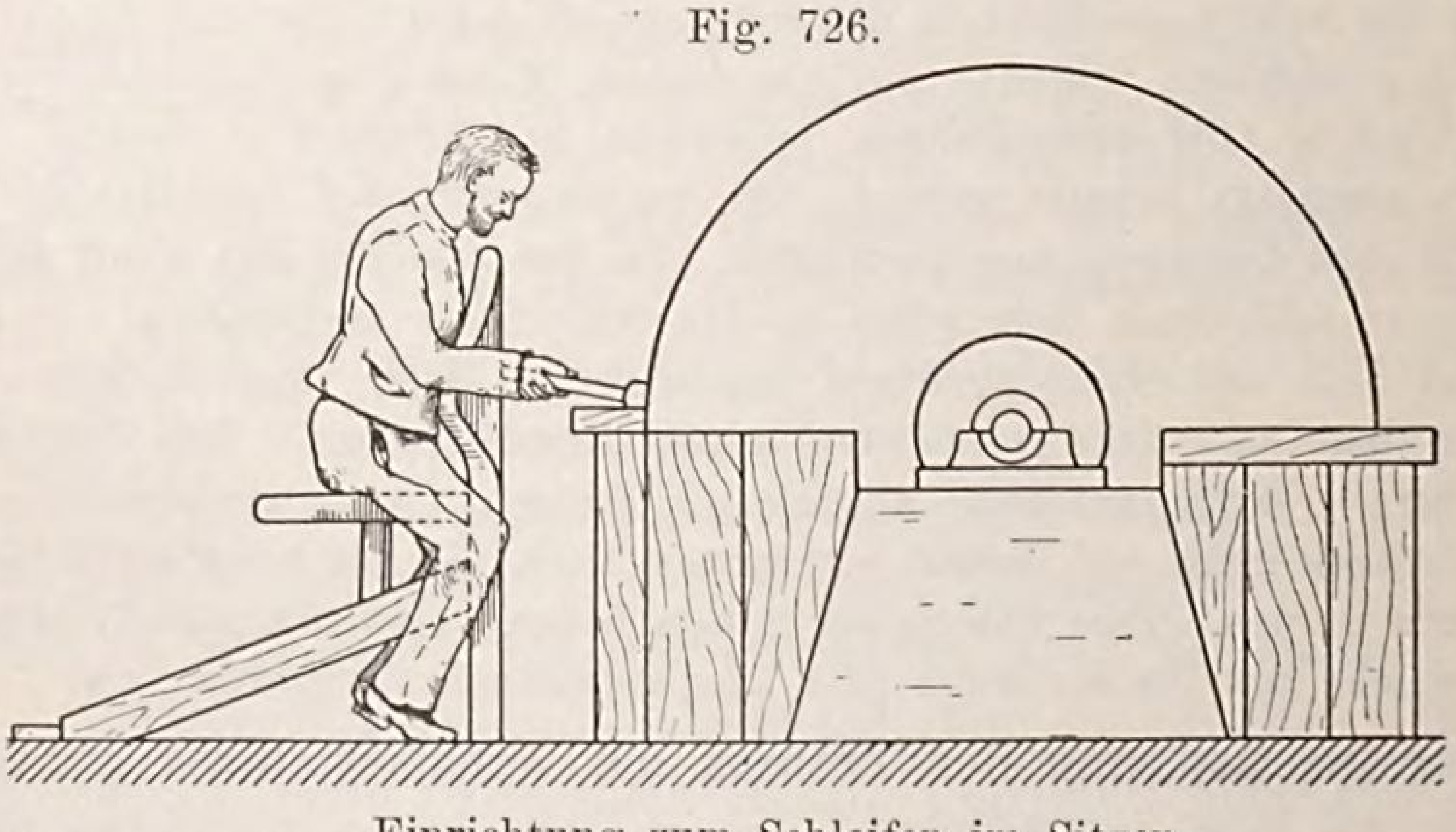
Aus der Beschreibung der Technik der Achatschleiferei geht schon hervor, dass die Staubentwickelung, wo sie überhaupt in die Erscheinung tritt, nur sehr geringfügig ist und zu krankhaften Veränderungen der Atmungsorgane kaum führen kann. Dagegen ist die professionelle Haltung der Achatschleifer als grosse Schädlichkeit aufzufassen. Infolge des Druckes der Bauch- und Brustorgane ist eine ergiebige Ausdehnung der Lungen völlig ausgeschlossen, der Gasaustausch in denselben wird sehr beschränkt, es entwickelt sich eine Blutleere in den Lungen, besonders in den Spitzen, und auf Grundlage dieser Blutleere nicht selten Lungen-

schwindsucht. Der Druck auf die Unterleibsorgane führt leicht zu Stauungen im Pfortaderkreislauf, und wenn der Arbeiter sich gewöhnt hat, mehr auf der rechten Körperseite zu liegen, zu Anschwellungen der Leber. Von erheblicher Bedeutung für die Beurteilung der Gesundheitsverhältnisse der Achatschleifer ist ferner der Umstand, dass das Schleifen des Achats ausserordentlich hohe Anforderungen an die Körperkräfte des Arbeiters stellt. Derselbe ist in der Regel wie in Schweiss gebadet, während er andererseits unter der Nässe des Schleifsteines leidet.

Mit Ausnahme von G. Lange[1]), welcher die Achatschleifer als „meist starke gesunde Menschen" schildert, geben alle Kenner der Achatschleiferei zu, dass diese Beschäftigung zu den denkbar schädlichsten zählt, dass das Aussehen der Arbeiter zumeist ein sehr kränkliches ist und dass sich in vielen Fällen bei jungen Leuten bereits das Bild der Lungenschwindsucht darbietet. Die meisten Schleifer gehen an Schwindsucht zu Grunde, nachdem sie in der Regel schon vor Zurücklegung des 40. Lebensjahres arbeitsunfähig geworden sind.

Unter diesen Verhältnissen ist es als grosser hygienischer Fortschritt zu begrüssen, dass man neuerdings mit Erfolg versucht hat, Einrichtungen zu treffen, die das Schleifen in sitzender Stellung ermöglichen. In badischen Steinschleifereien begegnen wir zuerst[2]) der neuen Schleifmethode, bei der die Arbeiter in der in Fig. 726 dargestellten Weise auf besonders

Fig. 726.



Einrichtung zum Schleifen im Sitzen.

konstruierten Stühlen, die ihnen einen kräftigen Halt gewähren, sitzend schleifen können. In einer Achatschleiferei im Fürstentum Birkenfeld[3])

[1]) G. Lange, Die Halbedelsteine aus der Familie der Quarze und die Geschichte der Achatindustrie. Kreuznach 1868.

[2]) Amtliche Mitteilungen 1886, S. 106; 1887, S. 198.

[3]) Jahresberichte 1891, S. 320.

wurde demnächst dieselbe Einrichtung getroffen, und infolge dieser Anregung sind mit finanzieller Beihülfe der Königlichen Regierung in Trier, dem Hauptsitz der Achatschleiferei, Musterschleifereien mit Einrichtungen zum Schleifen im Sitzen errichtet, um weitere Erfahrungen über die Zweckmässigkeit der Methode zu sammeln[1]). Über den Erfolg berichtet Gewerbeinspektor Beckmann:[2])

„Der Vorteil, welchen diese neue Schleifart im Sitzen gegenüber der alten Methode für die Gesundheit der Schleifer bieten muss, ist schon beim ersten Anblick einleuchtend. Die Arbeiter der betreffenden Anlagen, welche sich bei früheren Verhandlungen misstrauisch und ablehnend verhielten, haben sich jetzt alle nach kurzer Betriebsdauer von der Zweckmässigkeit und dem gesundheitlichen Vorteil des neuen Verfahrens überzeugen lassen. Am schwersten war es, die Schleifer zu der Überzeugung zu bringen, dass nicht bloss kleine Sachen, sondern auch grössere Stücke im Sitzen geschliffen werden können. Doch sind die Beteiligten in den beiden Musterschleifereien auch von diesem Vorurteil zurückgekommen. Es ist von Wichtigkeit, dass bei grossen zu schleifenden Achatstücken der Schleifstein einen nicht zu geringen Durchmesser und die nötige Tourenzahl hat. Soweit es sich bis jetzt in der Praxis übersehen lässt, würde es sich empfehlen, bei grossen Stücken für den Schleifstein einen Durchmesser von 1 m zu wählen, für kleinere Sachen genügen Steine von 60 cm Durchmesser."

Arbeit in Steinbrüchen und Steinhauergewerbe. Die Thätigkeit der Steinbrucharbeiter bietet, wenn wir von den Unfällen absehen, keine erheblichen Gefahren für die Gesundheit der Arbeiter[3]). Die Staubentwickelung ist bei der Gewinnung der Steine nur geringfügig, weil die meisten Gesteinsarten feucht anstehen. Dem Dampf des Sprengpulvers und Dynamits können sich die Arbeiter bei genügender Vorsicht meist sicher entziehen, und es ist anzustreben, dass nach dem Sprengen die Arbeit in den Steinbrüchen erst dann fortgesetzt wird, wenn der Dampf völlig aus dem Arbeitsbereiche entwichen ist.

Im allgemeinen ist die Thätigkeit des Brucharbeiters schwierig und anstrengend, und bei weniger kräftigen und jugendlichen Personen bildet sich leicht eine Störung der Herzthätigkeit und krankhafte Veränderung der Herzmuskulatur heraus. Die schwere Arbeit bei der Gewinnung und beim Transport der Steine bedingt jedoch von vornherein eine gewisse Selektion, so dass sich meist nur kräftige Leute diesem Berufe zuwenden.

Die wesentlichste Schädigung der Gesundheit des Steinbrucharbeiters

[1]) Jahresberichte 1892, S. 366.

[2]) Jahresberichte 1893, S. 449; vergl. auch ebenda 1894, S. 547.

[3]) Polizeiverordnungen, welche in erster Linie die Verhütung von Unfällen bezwecken, sind u. a. erlassen von dem Oberpräsidenten der Provinz Schlesien, von den Königlichen Regierungen in Koblenz, Trier, Sigmaringen, Düsseldorf und Arnsberg (vergl. Abschn. XVII).

bedingt der häufige Wechsel der Temperatur im Freien und die Notwendigkeit, sowohl bei Sonnenglut, wie bei Regen und Frost in den meist feuchten Gruben zu arbeiten. Dementsprechend sind die häufigsten Erkrankungen derselben Rheumatismen und akute Infektionskrankheiten.

Schwereren Schädigungen sind diejenigen Arbeiter ausgesetzt, welche die in den Brüchen gewonnenen Steine behauen, und man darf, wenn wir vorläufig von der Gesteinsart absehen, die Behauptung aufstellen, dass die Beeinträchtigung der Gesundheit um so grösser ist, je feinere Flächen die Arbeiter herstellen müssen.

Die Steinklopfer, welche die zur Strassenbeschüttung bestimmten Steine klein klopfen, leiden kaum nennenswert unter dem Einfluss der Staubentwickelung, sondern lediglich unter der Anstrengung und ermüdenden Körperhaltung. Der Rumpf ist während der Arbeit stark nach vorn gebeugt; die unteren Extremitäten bleiben unbeweglich, während die oberen den langgestielten Hammer unaufhörlich auf- und abschwingen. Gegen den Einfluss der Witterung vermögen die Steinklopfer sich durch leichte transportable Hütten aus Stroh und Brettern zu schützen, gegen die Verletzung der Augen durch das Tragen zweckmässiger Schutzbrillen (vergl. Abschnitt VII, S. 493).

Wesentlich verschieden von der Beschäftigung der Steinklopfer ist der Beruf der Steinmetzen und Steinbildhauer. Das Arbeitsmaterial derselben ist Marmor, Granit, Sandstein, Basalt, Gneiss, Glimmerschiefer und ähnliches Gestein. Die Steinhauer arbeiten mehr gerade und einfache gebogene Flächen aus, während die Steinbildhauer Ornamente, Reliefs, Vasen, Figuren u. dergl. herstellen.

Beide Arbeiterkategorieen sind ausserordentlich grosser Staubbelästigung ausgesetzt, die Steinhauer zudem erheblicher körperlicher Anstrengung. Am meisten gefährdet sind die Arbeiter, welche Sandstein bearbeiten, nächst ihnen die Granit- und Marmorarbeiter (vergl. Abschn. I, S. 76).

Die durchschnittliche Lebensdauer von 344 innerhalb 4 bis 5 Jahren verstorbenen Steinmetzen betrug 35 Jahre, 7 Monate, 21 Tage, die Sterblichkeitsziffer **39,1**$^0/_{00}$. Von 497 in der Zeit von 1886 bis 1892 verstorbenen Steinmetzen erlagen 444 = **893,3**$^0/_{00}$ der Lungenschwindsucht, sonstigen Erkrankungen der Atmungsorgane noch **24,2**$^0/_{00}$. Von 240 Steinmetzen, welche ich im Jahre 1891 untersucht habe, um die hygienische Lage dieser Arbeiter genauer zu prüfen, litten bereits 61 = 254,1$^0/_{00}$ an Lungenschwindsucht, 19 = 79,1$^0/_{00}$ an Kehlkopfschwindsucht. Von letzteren waren 5 gleichzeitig mit Lungenschwindsucht behaftet, so dass die Zahl der mit Lungen- oder Kehlkopfschwindsucht Behafteten 75 = 312,5$^0/_{00}$ erreichte[1]). Hierbei ist noch in Betracht zu

[1]) Vergl. Sommerfeld, Die Berufskrankheiten der Steinmetzen und Steinbildhauer. Verhandl. der Deutschen Gesellschaft für öffentl. Gesundheitspflege 1892, S. 21. Berlin 1893. — Derselbe, Beiträge zur hygienischen Lage der Steinmetzen. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege XXVI. Bd., 3. Heft.

ziehen, dass die Steinmetzen sich zu einem grossen Teil aus kräftigen Personen zusammensetzen und vorwiegend im Freien oder in halboffenen Buden arbeiten. Um so eher dürfen wir die zahlreichen Schwindsuchtsfälle als eine mittelbare Folge ihres Berufes, speziell der Einatmung des feinen, spitzigen, die Atmungsorgane scharf verletzenden Staubes auffassen.

Schädigend auf die Gesundheit wirkt gerade bei diesen Arbeitern auch die unzweckmässige Lebensweise und besonders der ziemlich reichliche Alkoholgenuss ein.

Eine Besserung in den Gesundheitsverhältnissen der Steinmetzen und Steinbildhauer würde eintreten, wenn die Arbeiter selbst sich einer zweckmässigeren Lebensweise befleissigen und ihre Musse zum Teil durch Aufenthalt in frischer Luft, durch Turnen und Lungengymnastik verwerten wollten. Das wesentlichste Moment jedoch bleibt die Verhütung der Staubeinatmung. Bei der Eigenart des Berufes dieser Arbeiter ist die Benutzung von Aspirationsanlagen zur Abführung des bei der Arbeit sich entwickelnden Staubes meist ausgeschlossen. Es ist deshalb anzustreben, dass das Arbeitsmaterial andauernd durch Wasser oder Glyzerin feucht erhalten und, soweit diese Maassregel nicht durchführbar ist, ein zweckmässiger Respirator eingeführt und die Benutzung desselben bereits für die Lehrlinge obligatorisch gemacht wird. In betreff der Einrichtung zweckmässiger Arbeitsbuden vergl. Abschn. V, S. 395.

Mit Rücksicht auf die grosse Gesundheitsschädlichkeit dieser Berufsarten ist eine Verkürzung der Arbeitsdauer und die Einteilung der Arbeitszeit in mehrere, durch grössere Pausen geteilte Arbeitsschichten anzustreben.

Schieferindustrie. Vom hygienischen Standpunkte aus müssen wir zwischen der Schiefergriffel- und Dach- und Tafelschieferindustrie unterscheiden. Einmal weichen die Arbeitsmethoden sehr wesentlich von einander ab, zweitens ist zu berücksichtigen, dass die Schiefergriffelarbeiter gleichzeitig die Brucharbeit zu besorgen haben, während bei der Dach- und Tafelschieferindustrie eine strenge Trennung zwischen Bruch- und Hüttenarbeitern durchgeführt ist.

Die Schiefergriffelarbeiter oder Griffler sind durchschnittlich $1^1/_2$ bis 2 Tage mit Brucharbeiten, die folgenden 4 Tage mit der Herstellung der Griffel aus dem gewonnenen Steinmaterial beschäftigt. Die Arbeit im Bruch ist eine äusserst anstrengende und schmutzige. Das Gestein ist sehr feucht, und das Wasser trieft aus den Spalten des Schiefers hervor. Der in reichlichen Mengen sich ablagernde Schutt wird vor dem Sprengen und Losbrechen neuer Gesteinsmassen mit der Hacke hinweggeräumt und auf Hunden nach der Halde gefahren und

dort herabgestürzt. In den Griffelschieferbrüchen werden zu diesen Arbeiten häufig jugendliche Personen, zumeist die 14- bis 16 jährigen Kinder der Griffler, verwendet.

Bei dem grossen Feuchtigkeitsgehalt des Schiefers ist jegliche Staubentwickelung bei der Bruchmaschine ausgeschlossen, dagegen bilden die Nässe und die angestrengte Thätigkeit nicht zu unterschätzende Schädlichkeiten, insbesondere bei ungünstiger Witterung. Wir begegnen deshalb bei Bruchmaschinen häufig Rheumatismen und sogenannten Erkältungskrankheiten.

Die Verarbeitung des gewonnenen, brauchbaren Schiefers zu Griffeln erfolgt meist in höchst primitiven, allen gesundheitlichen Grundsätzen Hohn sprechenden Hütten, welche auf dem Bruch errichtet sind, nur vereinzelt in der Wohnung des Grifflers. Der Griffler spaltet den Schiefer und sägt ihn entweder allein oder mit Hilfe seiner Frau in Stücke von der gewünschten Länge und spaltet diese Scheiben auf dem Spaltstock oder mit der Spaltscheere. Die so gewonnenen Rohgriffel stösst hierauf die Frau oder ein Kind durch die Durchstossmaschine hindurch, zählt sie ab und bündelt sie zu je hundert zusammen. Das Sägen und Durchstossen geht mit reichlicher Staubentwickelung einher, welche im Sommer in ihren Folgen ein wenig durch das Oeffnen der Fenster und der Thür gemildert wird. Im Winter fällt auch dies fort, weil der Arbeiter aus Sparsamkeitsrücksichten Thür und Fenster geschlossen hält. Ohne Rücksicht auf die Schädigung der Gesundheit müssen Frauen und Kinder mitarbeiten; selbst Kinder im Alter von 6 bis 7 Jahren werden in der schulfreien Zeit auf der oft $^1/_2$ bis 1 Stunde vom Hause entfernten Hütte an der Durchstossmaschine beschäftigt.

Das Veredeln der Griffel, das Spitzen, Papieren, Lackieren und Bronzieren, wird in besonderen Werkstätten oder im Hause des Arbeiters vorgenommen. Einzelne Griffelbruchbesitzer haben besondere Schleifereien errichtet nnd beschäftigen mit dem Spitzen vielfach Arbeiterinnen. In der Herzoglichen Schleiferei in Steinach in Sachsen-Meinigen wird auf nassem Wege geschliffen, in zwei privaten Schleifereien trocken, aber mit Benutzung von Aspirationsanlagen, welche den Schleifraum ziemlich staubfrei halten. Vereinzelt wird auch in den Wohnungen der Arbeiter auf Schleifsteinen geschliffen, die mit Schmirgel oder Glaspapier bekleidet sind. Da in diesem Falle trocken geschliffen wird und keinerlei Schutzvorrichtungen angebracht sind, entwickeln sich reichliche Staubmengen und erfüllen den einzigen Wohnraum, den die Grifflerfamilie zu besitzen pflegt. Das Schleifen im Hause besorgen die Frauen, das Papieren und sonstige Veredeln der Griffel Kinder und Arbeiterinnen.

Die hygienische Lage des Grifflers und seiner Familie gestaltet sich

demnach äusserst ungünstig. Von Jugend auf, häufig schon vom 7. Lebensjahre an, atmet der Griffelarbeiter reichliche Mengen Staub ein, als Gehilfe seines Vaters oder eines älteren Bruders muss er auf dem Bruch anstrengende Arbeit verrichten, als selbständiger Arbeiter ist er allen Schädlichkeiten zu gleicher Zeit in ausgedehntestem Maasse ausgesetzt. Daneben leben die Griffelarbeiter durchweg des geringen Lohnes wegen unter schlechten Ernährungsverhältnissen.

Eine teilweise Umwälzung der Industrie würde erforderlich sein, um die Lage der Griffelarbeiter einigermaassen hygienisch auszugestalten. Einschränkung der Frauen- und Kinderarbeit, Beschränkung der Arbeitszeit der jugendlichen Personen, Erhöhung der Anforderungen an die Grösse des Arbeitsraums, Einrichtungen, welche den beim Sägen des Schiefers und beim Durchstossen der Griffel entstehenden Staub unschädlich machen, Schwamm oder Respirator, welche denselben am Eindringen in die Atmungsorgane verhindern, könnten eine wenigstens teilweise Besserung herbeiführen.

In der Dach- und Tafelschieferindustrie scheiden sich die Arbeiter streng in Bruch- und Hüttenarbeiter. Auf grossen Brüchen ist die Arbeitsteilung weiter durchgeführt, indem wir eigentlichen Brucharbeitern begegnen, welche sprengen und die Steine loslösen, und den Räumern, welche den Schutt hinwegschaffen. Die Thätigkeit auf dem Bruch ist anstrengend und setzt die Arbeiter den Unbilden der Witterung aus; Staubentwickelung kommt nicht in Betracht, weil der Schiefer feucht ist.

Die Verarbeitung des Schiefers erfolgt in der Spalthütte. Hier spaltet die eine Gruppe von Arbeitern den Stein in Platten von der erforderlichen Grösse, eine zweite zeichnet mit einem eisernen Stift Schablonen auf die Platten, eine dritte schneidet die Platte nach der vorgezeichneten Schablone mittels einer langen, am Rande des Arbeitstisches befestigten Schieferschere. Das Spalten und Zeichnen der Schablonen geht fast ohne Staubbelästigung einher; reichlichere Staubmengen entwickeln sich beim Schneiden des Schiefers, immerhin unvergleichlich weniger als in der Griffelhütte. Die Spalthütte der Dach- und Tafelschieferarbeiter ist in der Regel auch höher und geräumiger als jene, besonders in grossen Betrieben; in den kleineren fehlt es meist an dem ausreichenden Luftraum. Auch in den besteingerichteten Hütten findet sich keine künstliche Ventilation, welche für die kalte Jahreszeit, während welcher Thüren und Fenster geschlossen bleiben, unerlässlich erscheinen. Grosse Platten werden mit maschineller Kraft nass gesägt und poliert, bedingen somit keine Staubbelästigung.

Eine nennenswerte Zahl der Schieferarbeiter wohnt von dem Bruche

weit entfernt und ist genötigt, die Nacht dort zuzubringen. Dementsprechend sind auf den meisten Brüchen Schlafräume und zum Teil auch besondere Essräume hergerichtet. Bieten die Schlafräume gegen früher auch bessere Verhältnisse dar, so ist der Luftkubus für den Einzelnen häufig noch zu gering bemessen, die Lager sind viel zu dicht neben einander hergerichtet, und sehr häufig schlafen zwei Arbeiter auf einem Lager, was rückhaltlos zu verdammen ist.

Um die Spalthütten möglichst staubfrei zu machen, empfiehlt es sich, die Schieferscheren mit einer Aspirationsanlage zu verbinden, was, wenigstens in den grösseren Betrieben, wohl durchführbar erscheint.

Die Gesundheitsverhältnisse der Dach- und Tafelschieferarbeiter sind wohl günstiger als die der Griffler, aber auch bei ihnen begegnen wir häufigen Erkrankungen an Schwindsucht, die wir zum grossen Teil auf die Staubeinatmung und die Erkältungen bei der Arbeit und auf dem Wege von und nach der Hütte zurückführen müssen.

Die eigentlichen Tafelmacher arbeiten nicht auf den Brüchen, woselbst nur die rohen Tafeln hergestellt werden. Das Polieren dieser Tafeln, Liniieren und Einrahmen verbleibt der Hausindustrie oder Fabrikarbeit.

Die rohen Tafeln werden in der Schabhütte mit stahlplattiertem Schabemeissel geschabt und geglättet, sodann unter beständiger Anfeuchtung mit Sandsteinstücken glatt gerieben und blank gemacht. Das Liniieren erfolgt in der Art, dass man zunächst die Tafel schwärzt, sodann die Linien mit einem Eisenstifte zieht und rote Farbe aufträgt. Sobald die Farbe trocken geworden ist, wäscht man die Tafel ab; die in die Linien eingezogene Farbe bleibt haften. Die Farbe besteht aus Mennige und ist mit Terpentinöl versetzt.

Wenn das Glätten und Polieren nicht unter Anwendung von Wasser erfolgt, so entwickeln sich reichliche Staubmassen; hierzu tritt noch die Verschlechterung der Atmungsluft durch das Trocknen der Hölzer zum Einrahmen der Tafeln und die Einwirkung der Bleifarbe und des Terpentins. Bedenken wir zudem, dass der Verdienst der in der Hausindustrie beschäftigten Tafelmacher meist nur kärglich ist und dass die Arbeitsräume oft gleichzeitig als Wohnräume dienen oder an diese sich eng anschliessen, so wird man es nicht auffallend finden, dass auch bei den Tafelmachern die Schwindsucht kein seltener Gast ist. Trennung der Wohn- und Arbeitsräume, ausschliessliche Bearbeitung des Schiefers in nassem Zustande, besondere Trockenräume für das Rahmenholz, fleissiges Waschen sowie Reinlichheit beim Liniieren und Abwaschen der Farbe und nicht zuletzt eine Abkürzung der besonders in der Hausindustrie unglaublich langen Arbeitszeit können allein diese ungünstigen Verhältnisse aufbessern.

Schmirgelmühlen. Die Verarbeitung des Schmirgels zu Schleifpulver geht mit grosser Staubentwickelung einher, wenn nicht besondere Vorsichtsmaassregeln getroffen werden. Der Schmirgel, die feinkörnige Varietät des Korunds, zeichnet sich durch besondere Härte aus; sein Staub besteht aus scharfen, eckigen Partikelchen, welche durch das Mahlen einen hohen Grad von Feinheit erlangen und somit geeignet sind, äusserst verletzend auf die Atmungsorgane zu wirken.

Es ist daher geboten, mit allen Mitteln der Technik das Entweichen des Schmirgelstaubes in die Arbeitsräume zu verhüten. Es handelt sich bei der Schmirgelfabrikation wesentlich um ein System von Zerkleinerungsmaschinen, Siebvorrichtungen und mechanischen Transporteinrichtungen, betreffs deren Staubfreierhaltung wir auf das im V. Abschnitt Mitgeteilte verweisen können.

Zementfabrikation. Bei der Zementfabrikation bietet sich reichliche Gelegenheit zur Belästigung und Gesundheitsschädigung der Arbeiter. Staub entwickelt sich bei allen Arbeitsprozessen mit Ausnahme weniger, bei welchen Wasser verwendet wird; intensiver Hitze sind ausser den eigentlichen Ofenarbeitern auch diejenigen Arbeiter ausgesetzt, welche die gebrannten Materialien aus dem teilweise abgekühlten Ofen auszuräumen haben.

Der Zement bildet ein scharfkristallinisches Pulver, welches teils rundliche und stumpfe, teils spitze Partikelchen enthält, somit beim Eindringen in die Atmungsorgane wohl geeignet ist, diese erheblich zu schädigen. Die reichliche Staubentwickelung bei der Zementfabrikation und die grosse Ausdehnung, welche diese Industrie erlangt hat, lassen die Sorgfalt, welche die Fabrikaufsichtsbeamten und teilweise auch die Fabrikanten der Entstaubung der fraglichen Anlagen widmen, vollauf gerechtfertigt erscheinen, und es ist wünschenswert, dass die in einzelnen Fabriken zum Schutze der Arbeiter getroffenen Maassnahmen überall, auch in den kleineren Betrieben, bald Eingang finden. Ueber die Grundsätze, welche dabei obzuwalten haben, ist im V. Abschnitt das Erforderliche mitgeteilt.

Die Arbeit in hoher Hitze giebt zu Rheumatismus und zu Reizerscheinungen der Augenbindehaut Veranlassung. Es sind hier die Vorsichtsmaassregeln am Platze, die für Feuerarbeiter im allgemeinen gefordert werden müssen (vergl. Abschn. XI).

Bei Zementarbeitern beobachtet man ziemlich häufig, zuweilen schon wenige Wochen nach dem Eintritt in die Fabrik, eigentümliche krankhafte Veränderungen der Nasenscheidewand, welche allmählich zur Durchlöcherung derselben führen. Dieses Leiden ist darauf zurückzuführen, dass der Arbeiter, um den durch eingedrungenen Zementstaub hervor-

gerufenen Juckreiz zu mildern und den Staub zu entfernen, den kleinen Finger in die Nase einführt und so eine immer tiefer greifende Entzündung heraufbeschwört.

Kalkbrennerei. Unter den Einflüssen, welche in der Kalkbrennerei auf die Gesundheit der Arbeiter schädlich wirken können, sind der Staub, die Hitze und die beim Brennen sich entwickelnden Gase zu berücksichtigen.

Die Ausräumung des Kalkofens erfolgt entweder innerhalb desselben nach teilweiser Erkaltung oder bei kontinuierlichem Brande von aussen durch das Schürloch, durch dessen Rost der Kalkstaub und die zerfallenen kleinen Kalkstückchen hindurchfallen. Die grösseren Stücke werden von dem Arbeiter mit einer Krücke oder Hacke herausgezogen. Erfolgt die Entleerung innerhalb des Ofens, so lösen sich die Arbeiter je nach der noch herrschenden Hitze nach 5 bis 10, zuweilen auch erst nach 15 bis 20 Minuten ab. Der aus dem Ofen gezogene Kalk wird auf Karren nach dem Lagerraum geschafft und aufgeschichtet. Der durch den Rost gefallene Kalkstaub und die kleineren Stückchen werden meist zu Desinfektionspulver verarbeitet. Staub entwickelt sich in der Kalkbrennerei bei jeder einzelnen Handhabung in reichlichen Mengen und bedeckt schon nach kurzem Aufenthalt in den Arbeitsräumen die Kleidung in dicken Lagen.

Entgegen den älteren Anschauungen nehmen neuerdings Halter[1]) und Grab[2]) auf Grund eingehender Untersuchungen an, dass der Kalkstaub die Gesundheit der Arbeiter nicht allein nicht gefährdet, sondern ihnen sogar einen gewissen Schutz gegen die Erwerbung der Lungenschwindsucht gewährt. Wodurch dieser Schutz bedingt wird, ist allerdings noch unaufgeklärt; Grab ist geneigt, ihn der Einwirkung des Kalkstaubes selbst oder den Produkten der Kalkbrennerei zuzuschreiben.

Solange die Unschädlichkeit des Kalkstaubes nicht durch umfangreiche statistische Untersuchungen als unwiderlegbar erwiesen ist, wird es sich empfehlen, durch gute Ventilation dem Eindringen reichlicher Kalkstaubmengen in die Lungen entgegenzuarbeiten.

Die häufigen Erkrankungen der Kalkofenarbeiter an Rheumatismus und anderen sogenannten Erkältungskrankheiten sind bei grösserer Vorsicht der Arbeiter wohl auf ein geringeres Maass zurückzuführen. Die

[1]) Halter, Über die Immunität von Kalkofenarbeitern gegen Lungenschwindsucht. Berl. klin. Wochenschr. 1888, No. 36—38.

[2]) Grab, Über die Immunität der Bevölkerung in Ortschaften mit Kalkindustrie gegen Lungenschwindsucht. Prager med. Wochenschr. 1890, S. 290.

beim Kalkbrennen sich entwickelnden Gase werden von dem Arbeiter ohne Nachteil ertragen.

Gipsbrennerei. In ungebranntem Zustande wird der Gips nur in geringen Mengen verwertet und dient in seiner Varietät als Alabaster zur Herstellung von Vasen und Schmuckgegenständen; in der weit überwiegenden Menge wird er in gebranntem und gemahlenem Zustande verbraucht.

Vor dem Brennen werden die grösseren Gipssteine von dem Arbeiter mit dem Hammer in kleinere Stücke zerteilt; in gleicher Weise werden bei besseren Gipsarten zur Gewinnung feinerer Gipsmehlsorten die unreinen Stücke abgehauen und hierauf die Steine mit einer Bürste abgerieben.

Das Brennen findet zuweilen noch in Meilern oder in Haufen von Holz statt, indem man die grösseren Stücke Gipsstein zu einer Feuergasse zusammenstellt und mit Holz feuert. In manchen Gegenden baut man in einen Bergabhang Gipsgrubenöfen, an deren Vorderseite sich zwei bis drei Schürlöcher befinden; geeigneter sind besondere Gipsöfen, Muffel-, Flach- oder Backöfen.

Der gebrannte Gips wird in Stampfmühlen zerkleinert und auf dem Kollergang oder in Kugelmühlen gemahlen. Von hier aus gelangt der zerkleinerte Gips mittels Elevators zu den bald offenen, bald mit einem hölzernen Gehäuse umgebenen, mehr oder weniger feinmaschigen Sieben. Das durch die Maschen des Siebes hindurch gehende Gipsmehl fällt je nach der Einrichtung der Siebe entweder unmittelbar auf den Fussboden oder wird durch einen Schneckengang nach einem senkrecht abfallenden Schacht geleitet, über dessen Mündung der Arbeiter den Sack stülpt und unter Abschluss von dem Arbeitsraume füllt.

Layet schreibt dem Gipsstaub eine reizende Wirkung auf Auge und Atmungsorgane zu und behauptet, dass Lungenkrankheiten bei den Gipsarbeitern einen wahrhaft professionellen Charakter annehmen. Entwickeln sich auch bei allen Arbeitsprozessen in der Gipsmüllerei reichliche Staubmengen, so beobachtet man indessen doch, dass viele Arbeiter diesen Staub lange Jahre hindurch ohne Schaden ertragen können (vergl. Abschn. I, S. 73). Gleichwohl ist auf eine möglichst staubfreie Gestaltung des Betriebes Bedacht zu nehmen, insbesondere durch Abdichtung der Kollergänge, Kugelmühlen und des Siebgehäuses. Mit dem Zerkleinern der rohen Gipssteine sollten nur kräftige Männer und nicht ohne zeitweilige Unterbrechung der Beschäftigung befasst werden.

B. Glasindustrie.

Herstellung des Glases. Die zur Herstellung des Glases erforderlichen Rohmaterialien, der sogenannte Glassatz, variiert je nach der Art und Farbe des zu gewinnenden Glases.

In jedem Falle bedarf man der Kieselsäure, die in der Regel aus einem feinen, möglichst eisenfreien Sande gewonnen wird. Im Sommer wird der Sand an der Luft getrocknet; ist er feucht, so muss er im Flammofen geglüht werden, was im Winter regelmässig geschieht. Die Glasscherben, welche den Rohmaterialien nach inniger Vermengung derselben zugesetzt werden, müssen zur Befreiung von den mannichfachen fremden Bestandteilen, wie Kork, Sand und Stroh in einem Ofen bis zur Rotglut erhitzt werden. Um den zurückbleibenden Sand zu entfernen, werden die geglühten Glasscherben gesiebt, hierauf nach ihrer Qualität gesondert und dem Glassatze hinzugefügt. Das Zerkleinern der Rohmaterialien erfolgt noch häufig mit Handstampfen, das Mischen in offenen länglichen Kästen. Das Gemenge wird in stark erhitzte Glashäfen gebracht, in welchen es eingeschmolzen wird. Die Glashäfen werden aus feuerfestem Thon unter Zusatz von Chamotte und gepulverten Hafenscherben meist in der Glashütte selbst hergestellt. Das Formen des Glases geschieht durch Blasen, Pressen, Kneifen, Ziehen, Giessen und Schleifen. Zum Blasen bedient sich der Glasbläser einer 1 bis 1,5 m langen, eisernen Röhre, welche an dem einen Ende mit einem Mundstück, an dem anderen mit einem Knopf zur Entnahme von Glasmasse aus dem Hafen versehen ist.

Als gesundheitsschädigende Momente in der Glasindustrie sind vornehmlich die Einwirkung des Staubes, die Ueberanstrengung der Atmungsorgane, die Hitze, strahlende Wärme und der häufige Temperaturwechsel zu nennen; hierzu gesellen sich die leichte Uebertragbarkeit der Syphilis, Entzündungen der Haut, Verkrümmungen der Hände und Füsse und die gelegentliche chronische Vergiftung durch Blei und ausnahmsweise durch Arsen.

Der Einwirkung des Staubes sind die Schmelzer ausgesetzt. Das Zerkleinern und Mischen der Rohmaterialien wird fast ausnahmslos ohne irgendwelche Schutzmaassregeln ausgeführt. Beim Sieben der geglühten Glasscherben wirbeln die ihnen beigemengten, vollkommen trockenen Sandmassen in feinsten Partikelchen auf und erfüllen die Atmungsluft. Alle im Mischraum befindlichen Gegenstände sowie die Arbeiter selbst sind reichlich mit Staub bedeckt, welcher besonders die neu eintretenden Schmelzer zum Husten reizt und bei jugendlichen Personen anfangs heftiges Nasenbluten hervorruft.

Die Glasbläser leiden vornehmlich unter der Ueberanstrengung der Atmungsorgane beim Blasen, unter der grossen Hitze und ausstrahlenden Wärme des Schmelzofens sowie unter dem häufigen Temperaturwechsel. Ihr Beruf zählt unbedingt zu den schwersten. Nur ausnahmsweise vermissen wir bei einem Glasbläser den chronischen Luftröhrenkatarrh, der sich meist bis in die feinsten Verzweigungen der Luftröhre hinein erstreckt. Ob die häufigen Augenerkrankungen[1]) der Glasbläser, insbesondere der Star in noch jugendlichem Alter, auf die Hitze oder die strahlende

[1]) Evetzky, Augenerkrankungen bei Glasarbeitern. Archives d'ophtalmologie 1890. — Meyhöfer, Zur Ätiologie des grauen Stars. Klinische Monatsblätter f. Augenheilkunde XXIV, S. 49. — Röhlinger, Katarakt bei Glasbläsern. Dissertation, München.

Wärme oder, wie ich glaube, auf beide Momente zugleich zurückzuführen ist, harrt noch der Entscheidung. Mehr in mittelbarem Zusammenhange mit der Berufsthätigkeit steht die Verbreitung der Syphilis[1]) unter Glasbläsern durch Benutzung von Blasrohren, welche vorher von kranken Mitarbeitern benutzt sind.

Reichlich ist in der Glasfabrikation Gelegenheit zu Verletzungen und Hauterkrankungen gegeben; arbeiten doch die Schmelzer täglich mit Glasscherben, welche sie sortieren und dem Glassatze zusetzen. Die Glasbläser ziehen sich häufig Verletzungen durch die rotglühende Glasmasse zu. Hautentzündungen, besonders die Wasserkrätze, von den Franzosen „gale d'eau" bezeichnet, kommt durch Hantieren in schmutzigem Wasser zustande. Geringere Bedeutung besitzt die Verfärbung der Haut des Gesichtes bei Glasbläsern durch die hohe Temperatur, welcher sie viele Stunden am Tage ausgesetzt sind. Durch Strahlung können auch tiefer greifende Entzündungen der Haut entstehen, welche zu Narbenbildungen führen.

Anacker[2]) beschreibt ferner eine eigentümliche Erkrankung der Finger, welche im akuten Stadium Arbeitsunfähigkeit bedingt. Sie entsteht wahrscheinlich durch den feinen Sand und die abgeschliffenen Glasteilchen, welche beim Arbeiten in die Haut zwischen den Fingern eingerieben werden. Es erheben sich helle Blasen, platzen und legen eine rote, von der Oberhaut entblösste Stelle frei, welche schwer heilt und eine vertiefte Narbe hinterlässt. Der Prozess greift öfters auch auf die Hohlhand über.

Weitaus grössere Beachtung verdienen die krankhaften Zustände der Extremitäten und Gelenke, welche nicht selten durch die Berufsthätigkeit in Mitleidenschaft gezogen werden. Infolge der angestrengten Thätigkeit und des stundenlangen Stehens und Umherlaufens bildet sich bei jungen Glasbläsern häufig eine Verkrümmung der unteren Extremitäten und

[1]) Barella, Rapport de la commission qui a examiné le travail de Mr. Defernez sur les maladies des souffleurs de verre. Bulletin de l'académie royale de médecine de Belge 1880, XIV, S. 221. — Bérard, Le soufflage mécanique du verre. Revue d'hygiène 1884, VI, S. 467—479. — A. Bernard, Syphilis bei Glasbläsern. Liverpool medical and chirurgical Journal V, S. 183. — Besnier, Syphilis chez les souffleurs de verre. Paris 1889. — Defernez, Les souffleurs de verre, hygiène, maladies et accidents. Bruxelles, Manceaux. — Diday, Lettre sur la syphilis verrière à Mr. le Prof. Bouchard. Gazette médicale 1876, S. 513. — Guinand, De la syphilis des verriers, hygiène et prophylaxie par la visite sanitaire. Paris, Masson. — de Smet, Die Syphilis der Glasbläser. Clinique 1887, S. 701.

[2]) Anacker, Zur Morbidität und Hygiene der Glashütte Vallérysthal im Jahre 1883. Arch. f. öff. Gesundheitspflege 1883, VIII, S. 111—113 (vergl. auch d. folgenden Jahrgänge des Archivs).

Plattfuss aus. Diese Zustände führen zu schmerzhafter Ermüdung und können, wie Anacker beobachtet hat, selbst zu Entzündungen der Leistendrüsen Veranlassung geben.

Zuweilen beobachtet man bei Glasbläsern eine eigentümliche Verbildung der Hand, die sogenannte Hakenhand, von den französischen Arbeitern „main en crochet" genannt (vergl. Abschn. I, S. 132).

Nur weniger Worte bedürfen die Metallvergiftungen bei den Glasarbeitern. Es kommen lediglich Blei und Arsen in Betracht; Blei als Zusatz zu dem sogenannten optischen Glase, zu Strass, Flintglas u. s. w., Arsen als Zusatz zu fast jedem Glassatze. Vergiftungen mit Arsenik können beim Pulverisieren des Metalls und durch Entweichen der arsenigen Dämpfe aus der Schmelze entstehen. Metallische Vergiftungen kommen im allgemeinen nur äusserst selten und nur bei grober Fahrlässigkeit der Arbeiter zur Beobachtung.

Entsprechend diesen mannichfachen in der Glasindustrie uns entgegentretenden Schädlichkeiten sind die Morbiditäts- und Mortalitätsverhältnisse, soweit sie sich nach den von anderen Autoren und von mir gewonnenen Zahlen überhaupt abmessen lassen, keineswegs günstig.

Von 6065 in der Hütte Vallérysthal in den Jahren 1876—1881 beschäftigten Glasarbeitern erkrankten nach Anacker 16,8 %₀ mit einer durchschnittlichen Krankheitsdauer von 3,73 Tagen; nach meinen Berechnungen der Betriebsergebnisse an 23 Zahlstellen der Krankenkasse der Glasarbeiter schwankte die Morbidität zwischen 28 und 42 %₀; die Dauer des einzelnen Krankheitsfalles betrug im Jahre 1883 14,3 Tage.

Die folgenden Tabellen geben Anhaltspunkte für die Art der Erkrankungen:

	Atmungsorgane	Verdauungsorgane	Akute Infektionskrankheiten	Rheumatismus	Augenleiden	Syphilis	Bleivergiftung
Hirt	70	—	—	—	(Auge u. Ohr)		
Anacker	32,35	17,55	—	—	3,05		
Eigene Statistik	17,43	13,50	13,9	6,4	2,8	0,05	0,4

	Schwindsucht	Chronischer Luftröhrenkatarrh	Lungenentzündung	Brustfellentzündung	Lungenblähung	Summa
Hirt	35	25	7	—	3	70
Anacker	—	—	—	—	—	32,35
Eigene Statistik	6,7	6,1	2,26	1,3	1,03	17,39

Die Mortalität betrug in Vallérysthal **1,35 %₀**, unter den Mitgliedern der Krankenkasse der Glasarbeiter **1,1 %₀**.

Unter den Todesursachen nimmt die Lungenschwindsucht die erste Stelle ein. Es erliegen dieser Krankheit etwa 37,5 %₀, anderweitigen Erkrankungen der Atmungsorgane noch 14,5 %₀. Noch höher ist der Anteil der Schwindsuchtssterblichkeit bei den Glasschleifern, deren durchschnittliche Lebensdauer etwa 35 bis 40 Jahre beträgt.

Grosse Reinlichkeit in den Werkstätten, luftige Räume, zweckmässige Ventilation und die Verwendung geschlossener Behälter sind imstande, einen grossen Teil der gesundheitlichen Gefahren dieses Betriebes hinwegzuräumen. Offenes Zerkleinern und Mischen der Rohmaterialien dürfte niemals ohne Respirator gestattet werden.

Gewerberat Müller beschreibt in seinem Jahresbericht für das Jahr 1893 folgende recht zweckmässige Einrichtungen zum Schutze der Glasbläser.

Vor den Arbeitsöffnungen der Wannenöfen sind eiserne, an der Aussenseite mit Asbest bekleidete Vorhänge angebracht, welche die Wärmeausstrahlung der flüssigen, weissglühenden Glasmasse nach dem Arbeitsplatze verhindern. Jeder Vorhang wird selbstthätig durch eine einfache Hebel- und Zugvorrichtung gehoben und gesenkt, die an der vor dem Arbeitsplatz des Glasmachers zu der Öffnung des Ofens führenden Laufbohle angebracht ist. Die Zugvorrichtung ist so konstruiert, dass der Vorhang durch das Körpergewicht des Glasmachers sich hebt, wenn dieser auf der Bohle zum Ofen geht, um Glas daraus zu entnehmen, dagegen sich wieder senkt, wenn der Arbeiter zu seinem Arbeitsplatz zurückkehrt.

Zum Schutze der Augen sind vor den Arbeitsöffnungen kleine Scheiben von gefärbtem Glas angebracht, welche mittels eiserner Halter so vor der Öffnung befestigt sind, dass der Glasmacher durch das Glas hindurch in das Innere des Ofens sehen kann. An den Wassertrögen ist eine zweckmässige Verbesserung eingeführt, um Erkrankungen der Haut, welche durch Hantieren in schmutzigem Wasser entstehen, zu verhüten. Eine ununterbrochene Erneuerung des Wassers, welches zum Kühlen und Anfeuchten der Werkzeuge und zum Absprengen der hergestellten Gegenstände von der Pfeife gebraucht wird, kann erzielt werden, wenn in die Tröge von unten her das frische Wasser ununterbrochen zufliesst und über den oberen Rand mit dem angesammelten Schmutz abfliesst.

Bei weitem grössere gesundheitliche Vorteile noch als diese Neuerungen würde die Anwendung eines mechanischen Apparates[1]) beim Blasen des Hohlglases bringen, da mit einem Schlage die übermässige Anstrengung der Lunge sowie die gelegentliche Ansteckung mit Syphilis fortfallen würde. Es empfiehlt sich demnach, der von den Gebr. Appert gemachten Erfindung die vollste Aufmerksamkeit zu schenken. Dieselben konstruierten einen Apparat, mittels dessen komprimierte Luft das Glasblasen bewirkt. Mit Regulator und Manometer versehen, arbeitet derselbe ausserordentlich sicher und gestattet auch, viel grössere Hohlgläser und zudem ein gleichmässiges Fabrikat zu liefern.

Nicht unerwähnt möchte ich die Versuche lassen, durch einen Wasserzerstäubungsapparat die Luft in der Glashütte abzukühlen und anzufeuchten. Da sich dieser jedoch zu wenig wirksam erwiesen hat, wurde

[1]) Berard, Le soufflage mécanique du verre. Revue d'hygiène 1884, VI, S. 467. — Appert frères, Le soufflage mécanique du verre. Revue sanitaire de Bordeaux 1887, IV, S. 12.

in einer Oldenburgischen Fabrik ein durch mechanische Kraft bewegter Fächer hergerichtet, welcher, aus einer Welle mit Windflügeln bestehend, bei seiner Umdrehung den Arbeitern Luft zufächelt. Letztere sollen mit dieser Einrichtung ungemein zufrieden sein.

Schleifen und Aetzen des Glases[1]). Das Schleifen des Glases erfolgt meist auf nassem Wege und führt nur in geringfügigem Grade zur Entwickelung von Staub. In den Ausnahmefällen, in denen die zu schleifenden Gegenstände unbedingt trocken behandelt werden müssen, lassen sich in grösseren Betrieben, in denen mechanische Kraft vorhanden ist, unschwer Absaugungsvorrichtungen anbringen, die den Schleifstaub durch eine mit Drahtgeflecht verschlossene Oeffnung im Arbeitstisch absaugen. Feiner, spitziger, scharf verletzender Staub entwickelt sich beim Abkratzen und Ebnen der abgesprengten Ränder sowohl wie beim Absprengen selbst und beim Gravieren mit dem Kupferrädchen. Von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist auch die mangelhafte Reinlichkeit in den Schleiferwerkstätten und die üble Gepflogenheit, letztere als Lagerraum für allerlei unnütze, verbrauchte, mit hohen Staubschichten bedeckte Gegenstände zu verwerten.

Als eine spezifische Berufskrankheit beobachtet man zuweilen bei Glasschleifern die Bildung eines Schleimbeutels an der Innenseite des Vorderarms, da wo der Schleifer, um einen besseren Halt zu gewinnen, sich mit dem Arm aufstützt (vergl. auch Abschn. I, S. 133). Eine Folge der Überanstrengung des Vorderarms ist auch die Sehnenscheidenentzündung, wie sie besonders in der Sehne des innern Speichenmuskels zur Beobachtung gelangt.

Als Folge des Hantierens in schmutzigem Wasser werden Hautentzündungen, besonders die Wasserkrätze, von den Franzosen als „gale d'eau“ bezeichnet, beobachtet. Man könnte zur Verhütung dieses Übelstandes ähnliche Einrichtungen treffen, wie sie oben unter „Herstellung des Glases“ beschrieben sind.

Beim Aetzen des Glases wurde früher hauptsächlich Fluorwasserstoffsäure verwandt (vergl. Abschn. I, S. 101). Heute ist dieses Ätzverfahren fast durchgehends durch die Bearbeitung mit dem Sandstrahlgebläse ersetzt. Das Verfahren ist dabei folgendes[2]):

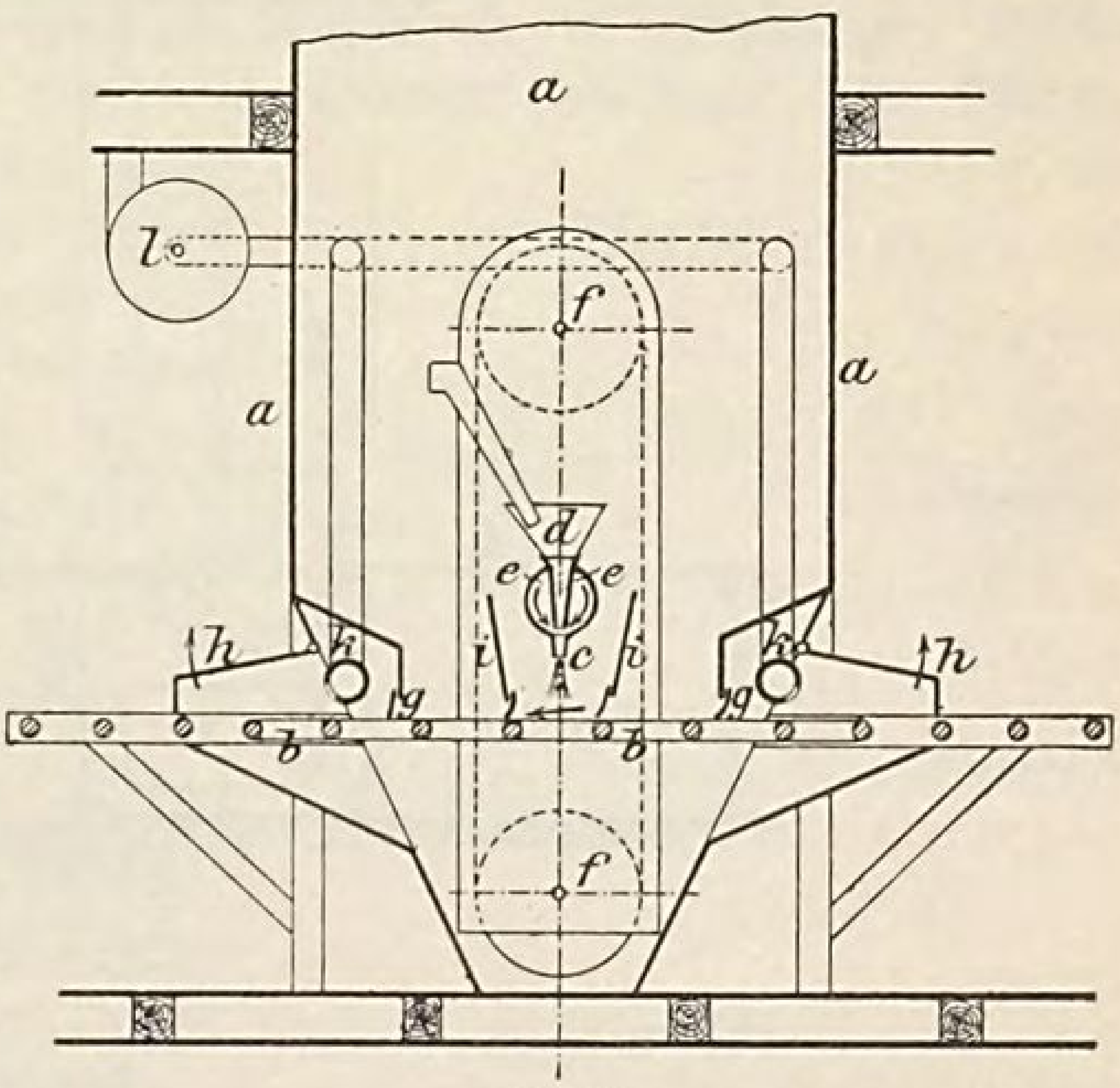
Führt man eine Glasscheibe ganz unter einem Sandstrahl hinweg, so erhält man eine gleichmässig matt geschliffene Oberfläche. Um Verzierungen auszuführen, werden

[1]) Dieses Kapitel, sowie das folgende über Spiegelindustrie ist vom Herausgeber bearbeitet.

[2]) Tschorn, Die Sandstrahlgebläse. Zeitschr. d. Zentralstelle f. Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen 1895, No. 11.

Schablonen oder Malereien auf der Scheibe angebracht; unter diesen ist sie vor dem Strahl geschützt, und die bedeckten Teile bleiben durchsichtig. Farbige Schrift und Ornamente werden dadurch erzeugt, dass man eine farblose Scheibe mit einer dünnen Schicht farbigen Glases überzieht und diese dann unter Anwendung einer Schablone an den Stellen wieder fortbläst, welche farblos erscheinen sollen. Lässt man den Sandstrahl wiederholt wirken und bedeckt nach und nach verschiedene Stellen des farbigen Glases, so werden die am längsten von dem Sande getroffenen Teile am dünnsten und am meisten durchscheinend. Es lässt sich damit also Licht und Schatten erzeugen, und ein geschickter Arbeiter vermag auf diese Weise Bilder von grosser Vollkommenheit herzustellen. Der gewöhnlich dabei verwandte Apparat ist der in Fig. 727 abgebildete.

Fig. 727.



Sandstrahlgebläse älterer Konstruktion.

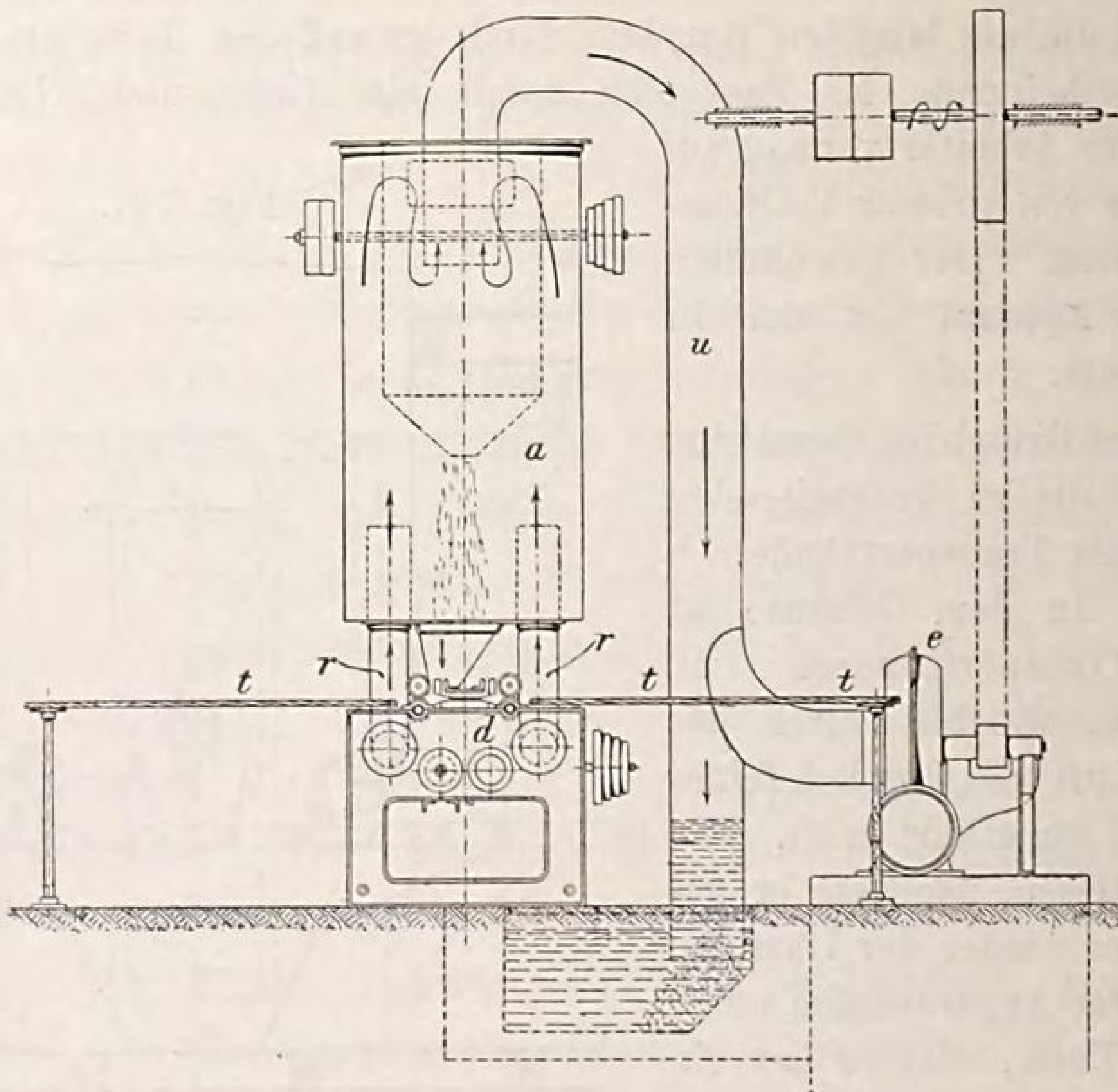
Durch das im Grundriss viereckige Gehäuse a werden die zu bearbeitenden Glasscheiben mittels Transportbändern b hindurchgeführt. In dem Gehäuse ist quer über den Transportbändern eine Düse c angebracht, welcher durch das Rohr e gepresste Luft und durch d feiner scharfer Quarzsand zugeführt wird. Ein Elevator f führt diesen, nachdem er gearbeitet hat, immer wieder der Düse zu. Nach oben endet der Apparat offen unter einer Laterne im Dach, oder er hat ein Abführungsrohr, welches die Luft durch eine Staubkammer oder einen Schornstein nach aussen leitet.

Diese Arbeitsweise bedingt eine grosse Belästigung der Arbeiter durch Staub, der namentlich durch die Ein- und Austrittsöffnungen bei g in die Werkstatt eintritt. Diese sollen zwar durch Gummiklappen möglichst dicht geschlossen sein, aber selbst dann wirbelt der mit grosser Gewalt aufschlagende und zur Seite gespritzte Sand und Staub noch so stark heraus, dass meist dicke Staubwolken um die Maschine lagern. Um diese Staubentwickelung im Arbeitsraume hintanzuhalten, hat man Klappen h angebracht, welche, wenigstens solange die Scheibe sich im Innern der Maschine befindet, einen ziemlich dichten Abschluss bei g gewähren; beim Aufgeben und Abnehmen der Scheiben müssen sie indessen geöffnet werden. Die Firma Danneleit & Klein in Berlin hat deshalb im Verein mit Mühlenbaumeister Höppner folgende Einrichtung getroffen:

Neben der Düse c (Fig. 727) sind Wände ii angebracht, welche sich unten wieder mit Gummidichtungen an die Glasscheibe anschliessen. Ausserdem wird durch zwei Rohre k, die eine schlitzartige Öffnung besitzen und mit einem Exhaustor l in Verbindung stehen, eine Absaugung des austretenden Staubes bewirkt.

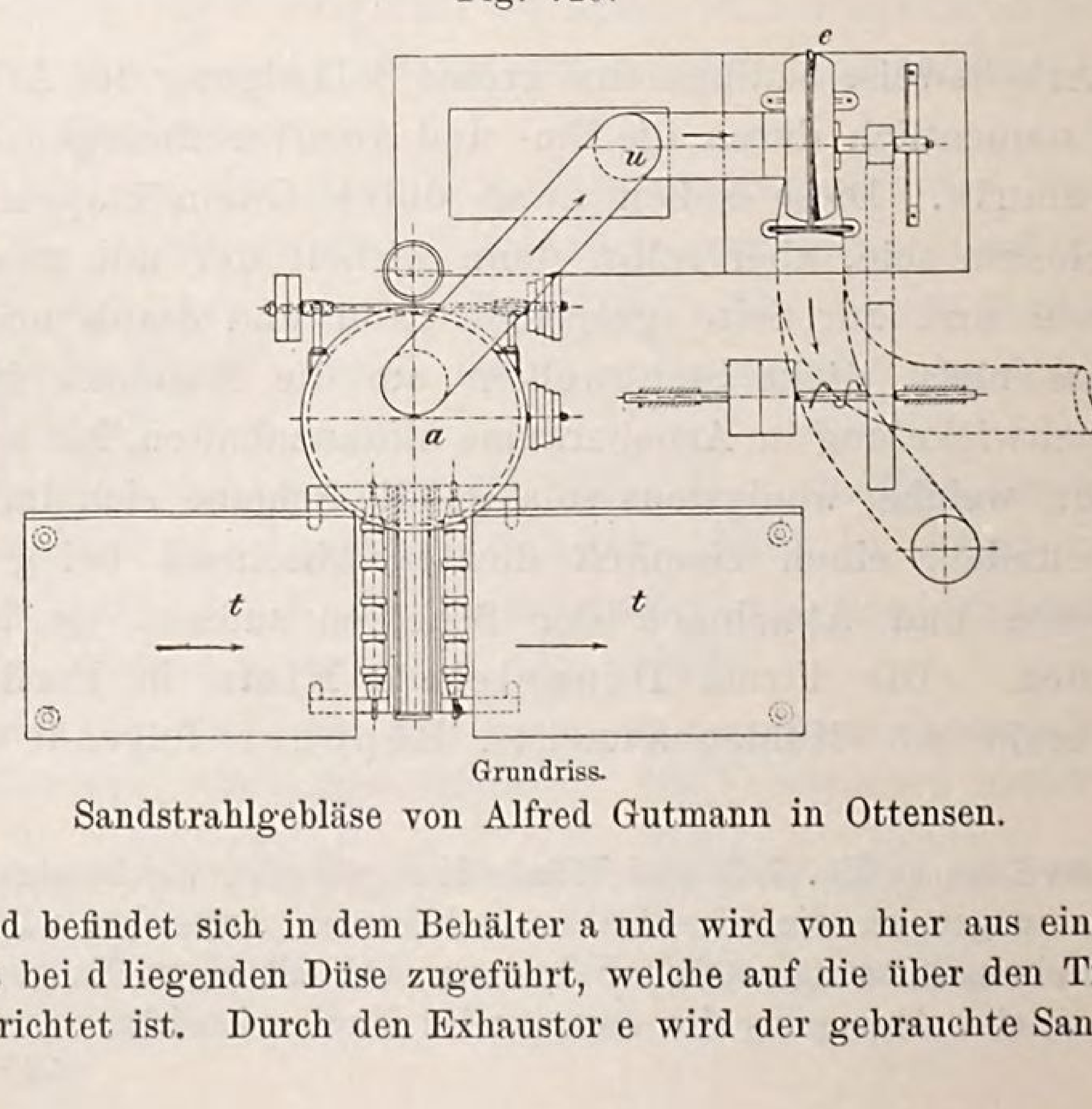
Noch wirksamer ist die in Fig. 728 und 729 zur Darstellung gebrachte Einrichtung, wie sie von Alfred Gutmann, Maschinenfabrik in Ottensen, ausgeführt wird:

Fig. 728.



Ansicht.

Fig. 729.



Grundriss.

Sandstrahlgebläse von Alfred Gutmann in Ottensen.

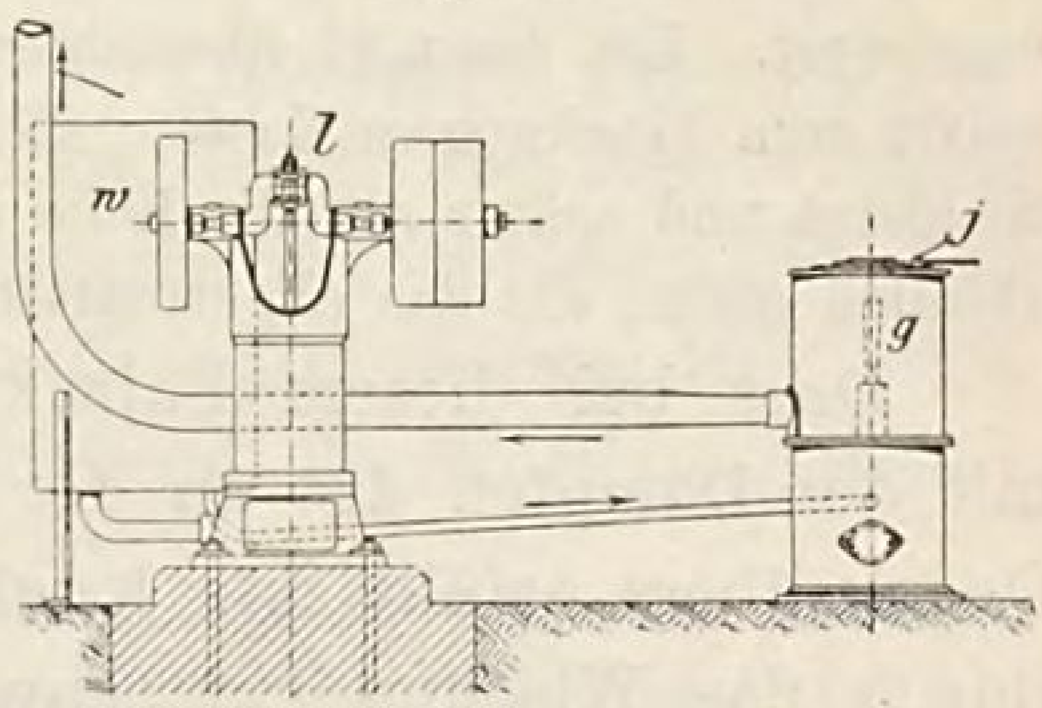
Der Sand befindet sich in dem Behälter a und wird von hier aus einer unter dem Arbeitstisch t bei d liegenden Düse zugeführt, welche auf die über den Tisch geführte Glasplatte gerichtet ist. Durch den Exhaustor e wird der gebrauchte Sand mittels der

Saugrohre r in den Behälter a zurückgeführt, wo er sich zum grössten Teil abscheidet, um seinen Kreislauf von neuem zu beginnen. Der mitgeführte Staub und ein Teil des Sandes wird in einem unter dem Saugrohr u angebrachten Wasserbassin abgefangen. Der Arbeitsraum bleibt staubfrei, weil in der ganzen Maschine und namentlich an der Glasscheibe selbst Vakuum herrscht; es kann daher nirgends Staub eintreten, sondern bei Undichtigkeiten nur Luft von aussen in die Maschine eintreten.

Zur Bearbeitung von kleineren Glasscheiben hat dieselbe Firma folgende Ausführung angegeben:

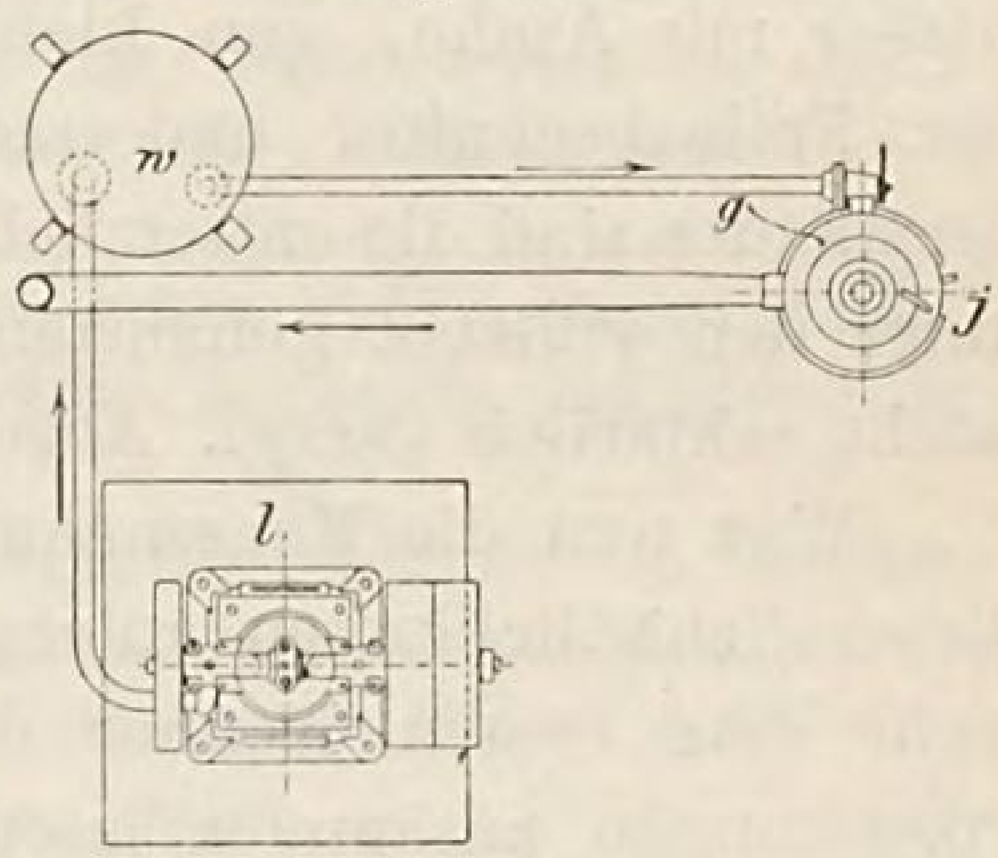
Die Sandstrahldüse, welche in ein zylindrisches Gehäuse g (Fig. 730 und 731) eingeschlossen ist, mündet unter der kreisförmigen Öffnung des Arbeitstisches i, welche bei plattenförmigen Arbeitsstücken stets von diesen bedeckt sein kann. Die Öffnung im Arbeitstisch wird mit einem Holzkasten überbaut, in welchen der Arbeiter mit den Armen hineinfasst. Ferner ist an dem Gehäuse unter dem Arbeitstisch ein Exhaustor angeschlossen, der durch das Rohr a die leichten Staubteile absaugt. In der Abbildung ist l die Luftkompressionspumpe und w der in die Druckleitung eingeschaltete Windkessel.

Fig. 730.



Ansicht.

Fig. 731.



Grundriss.

Sandstrahlgebläse von Alfred Gutmann in Ottensen.

Spiegelindustrie. Die Herstellung der Quecksilberspiegel ist eine der für den Hygieniker interessantesten Fabrikationsarten, über die in den letzten Jahren eine ganze Litteratur entstanden ist[1]). Der Hergang der Erzeugung der Spiegel in den sogenannten Spiegelbelegen ist folgender:

Der Belegtisch besteht aus einer glatten marmornen Platte, welche in einen Kasten so eingesetzt ist, dass dessen Ränder ringsum rinnenförmige Vertiefungen bilden, welche das überschüssige Quecksilber aufzunehmen bestimmt sind. Durch einen an der Tischecke angebrachten Ausguss kann das Quecksilber aus der Randvertiefung entfernt und wieder aufgefangen werden. Der Arbeiter bringt auf die Belegplatte ein Stück Zinnfolie, das etwas grösser sein muss als das zu belegende Glas, streicht dieselbe mit einer weichen

[1]) Vergl. insbesondere: Wollner, Die Quecksilberbelegen der Stadt Fürth. Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege XIX, S. 421. — Derselbe, Über die Fürther Industriezweige mit ihren Schattenseiten. Verhandl. d. 65. Versamml. d. Gesellschaft Deutscher Naturforscher u. Ärzte, II. Teil, 2. Hälfte, S. 421. Leipzig 1894. — Renk, Untersuchungen über das Verstäuben und Verdampfen von Quecksilber, mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in den Spiegelbeleganstalten. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt V. Bd., 1. Heft. Berlin 1889. — Oppler, Fabrikation der Quecksilberspiegel. Bericht über die Deutsche allgem. Ausstellung für Unfallverhütung, II. Bd., 2. Hälfte, S. 182. Berlin 1891.

Bürste glatt aus, giesst etwas Quecksilber darauf, das er zuerst mit einem Hasenfuss, dann mit einer Rolle von Flanell über die Folie ausstreicht, um sie anzunässen, und schüttet nun eine grössere Menge Quecksilber auf, welches an der Folie adhäriert und bei vollkommen horizontaler Stellung des Tisches nicht über den Rand läuft. Während dessen hat eine Arbeiterin (Wischerin) die zu belegende Glastafel durch Einstäuben mit Buchenasche und sorgfältiges Wischen gereinigt. Der Beleger fasst die Tafel an beiden Rändern, ohne die Flächen mit den Fingern zu berühren, und schiebt sie vorsichtig über die Quecksilberoberfläche. Hierauf setzt er einige Gewichte auf das Glas, neigt den auf seinem Gestell drehbaren Tisch, wodurch das Quecksilber unter dem Glas in die Rinne abläuft, so dass nur noch eine geringe Quantität desselben an der amalgamierten Zinnfolie adhärieren bleibt, schneidet mit einem Messer die über die Glastafel hervorragenden Folienränder ab und nimmt das Glas vorsichtig von dem Belegtisch weg. Damit die Folie sich glatt anlegt, werden die Spiegel mit der belegten Seite auf blanke Steintafeln gelegt und mit Würfelsteinen beschwert. Um das noch überschüssige Quecksilber zu entfernen, stellt man die Spiegel später zum Trocknen in Kasten, die eine geneigte Lage haben. Kleinere Gläser werden hochkant und später auf die Ecke gestellt, wobei man ihnen eine Unterlage von Folieabfällen giebt, die das abgetröpfelte Quecksilber auffängt.

Dass bei diesem Fabrikationsverfahren der Arbeitsraum beständig mit den Dämpfen des an der Luft sich ungemein leicht verflüchtigenden Quecksilbers erfüllt ist, leuchtet ohne weiteres ein. Ferner bildet sich durch das Wischen ein schwarzer Staub, welchen die Arbeiter „Gift“ nennen; dasselbe besteht aus Zinnamalgam. Auch sonst sammelt sich Staub in beträchtlicher Menge an, welcher von dem Trockenreiben der Gläser mit Asche, von kleinen durch die Luft fortgetragenen Partikeln der Folieabschnitte und sonstigen Ursachen herrührt. Unter diesen Umständen sind die entsetzlichen Verheerungen, welche der Merkurialismus unter den schlecht genährten Arbeitern in den Spiegelbelegen anrichtet, leicht erklärlich (vergl. Abschn. I, S. 115).

Was nun die Maassnahmen zur Verhütung, bezw. zur Einschränkung dieser Schädlichkeiten anlangt, so lassen sich dieselben nach Wollner, wohl dem besten Kenner der einschlägigen Verhältnisse, kurz in die Forderungen zusammenfassen: grösste Reinlichkeit, sorgfältige Lüftung der Arbeitsräume, möglichst geringe Arbeitszeit und möglichst gute Bezahlung, d. h. mit anderen Worten: thunlichste Hebung der Lebenshaltung und der Ernährungsweise der Arbeiter. Auf diesem Gebiete sind in erster Linie die Bemühungen des Glasbeleger-Hilfsvereins in Fürth von Interesse, einer Vereinigung der Fürther Spiegelfabrikanten, die zum Teil im wohlverstandenen Selbstinteresse, d. h. um die enormen Krankenkassenbeiträge, die für die Arbeiter bezahlt werden mussten, herabzumindern, folgende Einrichtungen getroffen hat: Der Verein gewährt den bei den Vereinsmitgliedern beschäftigten Belegarbeitern die Mittel, alle zwei Jahre die Arbeit für acht Wochen auszusetzen. Diese Unterbrechung kann auf acht nicht aufeinander folgende Wochen verteilt

werden; auf weniger als vier Wochen auszusetzen, ist indessen nicht statthaft. Während dieser Zeit haben sich die Arbeiter den Anordnungen zu fügen, welche der Vereinsarzt oder der Vereinsvorstand im Interesse der Erhaltung der Gesundheit des Arbeiters trifft. Insbesondere ist denselben während der arbeitsfreien Zeit jede Arbeit in anderen Glasfabriken verboten. Ferner wird die Aufnahme eines Arbeiters, bezw. seine Wiederaufnahme nach einer überstandenen Quecksilbererkrankung von einem Gutachten des Vereinsarztes abhängig gemacht und den Vereinsmitgliedern bei einer hohen Konventionalstrafe untersagt, gegen das ärztliche Gutachten Arbeiter zu beschäftigen.

Die übrigen von dem Glasbeleger-Hilfsverein getroffenen Maassnahmen, die sich namentlich auf die Einrichtung der Arbeitsräume beziehen, sind inzwischen durch einen Erlass des Königlich Preussischen Ministers für Handel und Gewerbe vom 18. Mai 1889 überholt worden, der durch eine Verfügung des Königlich Bayerischen Ministeriums des Innern vom 30. Juli 1889 auch für Bayern Geltung erlangt hat. Wir lassen die wesentlichen Bestimmungen nachstehend im Wortlaut folgen:

Bekanntmachung des Königlich Bayerischen Ministeriums des Innern vom 30. Juli 1889, betreffend die Errichtung und den Betrieb von Spiegelbeleganstalten.

§ 1. Die Herstellung von Quecksilberspiegeln darf nur in Räumen, welche zu ebener Erde belegen sind und entsprechend kühl gehalten werden können, erfolgen. Die Fenster aller Räume, in welchen die Möglichkeit einer Entwickelung von Quecksilberdampf und -Staub vorliegt (quecksilbergefährliche Räume), müssen nach Norden liegen.

§ 2. In den Arbeitsräumen dürfen Quecksilbervorräte nicht gelagert werden. Die Aufbewahrung von Quecksilber hat in einem besonderen Raume, in verschliessbaren, gut gedichteten Behältern zu erfolgen.

§ 3. In dem Belegraume darf nur das Belegen der Glastafeln, in dem Trockenraume dürfen nur solche Arbeiten, welche mit dem Trocknen der belegten Glastafeln verbunden sind, vorgenommen werden. Diese Räume dürfen mit Wohn-, Schlaf- und Haushaltungsräumen nicht in unmittelbarer Verbindung stehen. Die Thüren, welche die Verbindung derselben untereinander und mit anderen Arbeitsräumen herstellen, müssen guten Abschluss haben, geschlossen gehalten werden und sind nur dann und so lange zu öffnen, als die Arbeit dieses erforderlich macht. Der Aufenthalt nicht beschäftigter Personen, sowie der Aufenthalt der beschäftigten Personen vor und nach der Arbeit und während der Pausen in diesen Räumen ist nicht zu dulden. Das Wischen (Putzen, Reinigen) der Glastafeln ist im Belegraume insoweit gestattet, als die letzte Fertigmachung der Gläser zum Belegen dieses unabweislich erfordert.

§ 4. Beim Anwärmen der Wischtücher ist die Verwendung von Kohlenhäfen in allen Arbeitsräumen untersagt. Im Belegraume und anderen durch Quecksilberverwendung gefährlichen Räumen dürfen zum Anwärmen von Tüchern nur solche Wärmvorrichtungen (kleine Petroleumöfen u. a.) benutzt werden, bei welchen ein Ausstrahlen von Wärme und eine Erhitzung benachbarter Luftschichten auf das geringste Maass beschränkt bleibt. Werden hierzu Petroleumöfen verwendet, so dürfen die Verbren-

nungsgase nicht in den Arbeitsraum, sondern nur in einen Schlot entweichen. Jede direkte Heizung dieser Räume ist untersagt. Die Erwärmung der Luft bei Kälte und ebenso die Abkühlung der Luft bei hoher Sonnenwärme ist für diese Räume nur durch Einführung vorgewärmter bezw. abgekühlter Luft zu bewirken. Die Temperatur der eingeführten vorgewärmten Luft darf niemals + 15° C (12° R) überschreiten. In Lagerräumen, Wischräumen und anderen die Gesundheit der Arbeiter nicht gefährdenden Räumen ist die Benutzung gewöhnlicher eiserner Öfen gestattet.

§ 5. Soweit die Witterung und der Gang der Fabrikation es erlaubt, sind die Fenster der durch Quecksilberverwendung für die Gesundheit gefährlichen Räume vor und nach der Arbeit möglichst offen zu halten.

§ 6. Die Grösse der Beleg- und Trockenräume ist so zu bemessen, dass pro Kopf der darin beschäftigten Personen in den ersteren ein Luftraum von mindestens 40 cbm, in den letzteren von mindestens 30 cbm entfällt. Die Höhe der Räume muss mindestens 3,5 m betragen. Durch eine nicht auf natürlichen Temperaturdifferenzen beruhende, während der Arbeitszeit stets wirksame Ventilationsvorkehrung (Anwendung einer Lockfeuerung ausserhalb der Räume, eines Gas-, Wasser- oder anderen Motors) ist dafür Sorge zu tragen, dass die Luft der Beleg- und Trockenräume bei geschlossenen Fenstern und Thüren durch Zu- und Abführung von mindestens 60 cbm Luft pro Kopf und Stunde während der Arbeitszeit fortlaufend erneuert wird. Die frische Luft ist in die oberen Luftschichten der betreffenden Räume einzuleiten. Die Absaugung der Luft ist so einzurichten, dass die unteren Luftschichten zuerst abgeführt werden. Zu- und Ableitung dürfen nicht an derselben Wand angebracht werden, sondern müssen sich möglichst gegenüber liegen und so eingerichtet sein, dass Zug vermieden bleibt. Der Arbeitgeber ist verpflichtet, diejenigen Kontrollapparate zu beschaffen, welche von dem zuständigen Königlichen Fabrikinspektor als erforderlich bezeichnet werden, um festzustellen, ob die vorhandene Ventilationsanlage den gestellten Anforderungen entspricht.

§ 7. Die Temperatur der Luft in den Beleg- und Trockenräumen ist möglichst gleichmässig zu halten. Erreicht an einem Tage die Temperatur der Luft in diesen Räumen die Höhe von 25° C (20° R) und darüber, so ist die Arbeit einzustellen und an diesem Tage nicht wieder aufzunehmen. In jedem Beleg- und Trockenraume ist ein Thermometer anzubringen, an welchem durch eine in die Augen fallende Marke die zulässige höchste Temperaturgrenze bezeichnet ist. Das Thermometer ist in Kopfhöhe und nicht an einer Umfassungswand oder in der Nähe einer Thür oder eines Fensters anzubringen.

§ 8. Der Fussboden der Beleg- und Trockenräume muss aus glattem Asphaltbelag, ohne Fugen, Ritzen und Sprünge bestehen, mit leichter Neigung zu einer Sammelrinne für das auf den Boden gelangende Quecksilber und mit Sammelbecken.

§ 9. Die Wände der Beleg- und Trockenräume sind, sofern sie aus Mauerwerk bestehen, glatt zu verputzen. Wände aus Holz müssen aus gehobelten, gut gefugten und verkitteten Brettern hergerichtet sein und an der Decke und am Boden dicht schliessen. Wände und Decken sind mit Ölfarbenanstrich zu versehen und allwöchentlich abzuwaschen.

§ 10. Die Belegtische und Trockengestelle müssen so eingerichtet sein, dass das beim Antränken der Zinnfolie, beim Übergiessen derselben mit Quecksilber, beim Pressen der belegten Platten und beim Trocknen der Spiegel abfliessende Quecksilber möglichst schnell in die aufgestellten Auffangbehälter gelangt. Nach Schluss der täglichen Arbeitszeit ist der Belegtisch sorgfältig von Quecksilber zu säubern. Die Auffangbehälter sind so einzurichten, dass sie vollkommen verschlossen sind bis auf eine enge, dem Einlass des Quecksilbers dienende Öffnung. Die Anbringung von Filtereinrichtungen

ist nur in den Behältern selbst, nicht auf den Belegtischen gestattet. Das Anreiben (Antränken) der Zinnfolie mit blossen Händen ist den Arbeitern zu untersagen.

§ 11. In Belegräumen und in allen sonstigen Räumen, in welchen Quecksilber verwendet wird, ist die peinlichste Sauberkeit und Vorsicht zu beobachten. Jedes Verschütten und Verspritzen von Quecksilber ist möglichst zu vermeiden. Der Fussboden solcher Räume ist vor Beginn der täglichen Arbeit und vor Wiederbeginn der Arbeit nach voraufgegangener Pause reichlich mit Wasser zu besprengen und täglich nach Schluss der Arbeit nach reichlicher Besprengung mit Wasser auszukehren. Kehricht, sowie der Inhalt von Sammelbecken im Fussboden ist täglich aus den Arbeitsräumen zu entfernen und in verschlossenen Behältern aufzuheben. Mit dem Auskehren solcher Räume dürfen in der Regel nur Personen beauftragt werden, welche im übrigen bei der Arbeit mit Quecksilber nicht in gefährliche Berührung kommen. Wo dieses ausnahmsweise nicht ausführbar sein sollte, ist dafür zu sorgen, dass die Arbeiter mit dem Auskehren häufig, mindestens wöchentlich, abwechseln.

§ 12. Zur Reinigung von Quecksilberabfällen sind, soweit dieselbe in den Belegeanstalten selbst und nicht in besonderen Läuterungsanstalten ausgeführt wird, gläserne Scheidetrichter zu verwenden. Die Reinigung quecksilberhaltiger Tücher, Lappen und Anreibeballen ist in gleicher Weise oder durch Auswaschen zu bewirken. Das Ausklopfen solcher Tücher, Lappen und Anreibeballen ist untersagt, sofern es nicht auf mechanischem Wege in verschlossenen, gegen Staub vollkommen undurchlässigen Behältern ausgeführt wird; auch sind gebrauchte Tücher möglichst häufig durch neue zu ersetzen. Die vorstehend bezeichneten Reinigungsarbeiten dürfen nicht in den Arbeitsräumen vorgenommen werden. In dem Aufbewahrungsraume für Quecksilbervorräte sind sie gestattet.

§ 13. Eine Beschäftigung in quecksilbergefährlichen Räumen darf nur solchen Personen gewährt werden, welche eine Bescheinigung eines approbierten Arztes beibringen, dass nach dem Ergebnis der körperlichen Untersuchung besondere Umstände, welche von der Beschäftigung in einer Spiegelbelegeanstalt aussergewöhnliche Nachteile für ihre Gesundheit befürchten liessen, nicht vorliegen. Die Bescheinigungen sind zu sammeln, aufzubewahren und dem Königlichen Fabrikinspektor auf Verlangen vorzulegen.

§ 14. In Beleg- und Trockenräumen dürfen Arbeiter in den Monaten Oktober bis einschliesslich April nicht länger als 8 Stunden, in den Monaten Mai bis einschliesslich September nicht länger als 6 Stunden täglich beschäftigt werden. Nach Ablauf der Hälfte der täglichen Arbeitszeit in diesen Räumen ist eine mindestens zweistündige Pause zu gewähren. Eine anderweite Beschäftigung der Arbeiter seitens des Arbeitgebers ausser der vorstehend bezeichneten Zeit ist nur dann zulässig, wenn sie nicht in Räumen erfolgt, welche durch Quecksilberverwendung die Gesundheit der Arbeiter gefährden. Für Anlagen, in welchen Quecksilbererkrankungen der Arbeiter häufiger auftreten, kann auf Antrag des Königlichen Fabrikeninspektors von der Königlichen Regierung, Kammer des Innern, die Maximalarbeitszeit von 8 bezw. 6 Stunden täglich für die Arbeiter in Beleg- und Trockenräumen verkürzt werden.

§ 15. Der Arbeitgeber hat die Überwachung des Gesundheitszustandes der von ihm in gesundheitsgefährlichen Räumen beschäftigten Arbeiter einem, dem Königlichen Fabrikeninspektor namhaft zu machenden approbierten Arzte zu übertragen, welcher in zwei Wochen mindestens einmal eine Untersuchung der Arbeiter vorzunehmen und den Arbeitgeber von jedem Falle einer ermittelten Quecksilbererkrankung in Kenntnis zu setzen hat. Der Arbeitgeber darf Arbeiter, bei welchen eine Quecksilbererkrankung ermittelt ist, zu Beschäftigungen, bei welchen sie mit Quecksilber in Berührung kommen, bis zu ihrer völligen Genesung nicht zulassen.

§ 16. Betrifft die Führung eines Krankenbuches.

§ 17. Der Arbeitgeber hat alle in durch Quecksilberverwendung gefährlichen Räumen beschäftigten Arbeiter mit vollständigem, möglichst anschliessendem Arbeitsanzuge aus glattem dichtem Stoff ohne Falten und Taschen, mit einer Mütze und mit gut anliegendem Schuhwerk zu versehen. Jedem Arbeiter ist eine besondere, für ihn passende Arbeitskleidung zu überweisen. Der Arbeitgeber hat dafür Sorge zu tragen, dass die Arbeitskleider stets nur von denjenigen Arbeitern benutzt werden, welchen sie zugewiesen sind, und dass dieselben nach wöchentlichem Gebrauche stets gereinigt und während der Zeit, wo sie sich nicht im Gebrauche befinden, an dem für sie zu bestimmenden Platze aufbewahrt werden.

§ 18. Ausserhalb der gesundheitsgefährlichen Räume, doch in der Nähe derselben, ist für die in denselben beschäftigten Arbeiter ein nach Geschlechtern getrennter Wasch- und Ankleideraum und getrennt davon, sofern die Arbeiter nicht ausserhalb der Anlage speisen, ein Speiseraum einzurichten. Beide Räume müssen sauber gehalten und während der kalten Jahreszeit geheizt werden. In dem Wasch- und Ankleideraum müssen Gefässe zum Zweck des Mundausspülens, die etwa ärztlicherseits für erforderlich gehaltenen besonderen Mundspülwässer, Seife und Handtücher, sowie Einrichtungen zur Verwahrung derjenigen gewöhnlichen Kleidungsstücke, welche vor Beginn der Arbeit abgelegt werden, in ausreichender Menge vorhanden sein. In dem Speiseraum oder an einer anderen geeigneten Stelle müssen sich Vorrichtungen zum Erwärmen der Speisen befinden. Der Arbeitgeber hat den in gesundheitsgefährlichen Räumen beschäftigten Arbeitern Gelegenheit zu gewähren, wenigstens einmal wöchentlich ein warmes oder kaltes Bad (je nach dem Wunsche des Arbeiters oder nach ärztlicher Anordnung) zu nehmen.

§ 19. Der Arbeitgeber hat eine Fabrikordnung zu erlassen, welche eine Anweisung hinsichtlich des Gebrauches der im § 17 bezeichneten Bekleidungsgegenstände und hinsichtlich der Vorsichtsmaassregeln beim Arbeiten mit Quecksilber für die in gesundheitsgefährlichen Räumen beschäftigten Personen, namentlich aber folgende Vorschriften enthalten muss:

1. Die Arbeiter dürfen Branntwein, Bier und andere geistige Getränke nicht mit in die Anlage bringen.

2. Die Arbeiter dürfen Nahrungs- oder Genussmittel nicht in die Arbeitsräume mitnehmen, dieselben vielmehr nur im Speiseraum aufbewahren. Das Rauchen und Schnupfen im Arbeitsraum ist zu verbieten. Das Einnehmen der Mahlzeiten ist den Arbeitern, sofern es nicht ausserhalb der Anlage stattfindet, nur im Speiseraum gestattet.

3. Die Arbeiter haben die Arbeitskleider in denjenigen Arbeitsräumen und bei denjenigen Arbeiten, für welche es von dem Betriebsunternehmer vorgeschrieben ist, zu benutzen.

4. Die Arbeiter dürfen erst dann den Speiseraum betreten, Mahlzeiten einnehmen oder die Fabrik verlassen, wenn sie zuvor die Arbeitskleider abgelegt, die Haare vom Staube gereinigt, Hände und Gesicht sorgfältig gewaschen, die Nase gereinigt und den Mund ausgespült haben. Das Tragen langer Bärte ist untersagt.

§ 20. Betrifft die Bekanntgabe und die Verpflichtung auf vorstehende Bestimmungen.

§ 21. Neue Anlagen, in welchen Quecksilberspiegel belegt werden sollen, dürfen erst in Betrieb gesetzt werden, nachdem ihre Errichtung dem zuständigen Königlichen Fabrikeninspektor angezeigt ist. Der letztere hat nach Empfang dieser Anzeige schleunigst durch persönliche Revision festzustellen, ob die Einrichtung der Anlage den erlassenen Vorschriften entspricht.

§ 22. Im Falle der Zuwiderhandlung gegen die §§ 1—21 dieser Vorschriften kann die Ortspolizeibehörde die Einstellung des Betriebes bis zur Herstellung des vorschriftsmässigen Zustandes anordnen.

§ 23. Vorstehende Bestimmungen treten am 1. Oktober 1889 in Kraft. Gleichzeitig treten die auf die Spiegelfabriken bezüglichen Vorschriften in § 1 und 2 der Bekanntmachung vom 8. April 1863, die Verhütung von Gefahren für die Gesundheit bei dem Arbeitsbetriebe in Fabriken und bei Gewerben betreffend (Regierungsblatt 1863, S. 577, Kreisamtsblatt der Pfalz 1863, S. 461), ausser Wirksamkeit. Abweichungen von den Bestimmungen in §§ 1—20 können von der Königlichen Regierung, Kammer des Innern, da zugelassen werden, wo besondere Eigentümlichkeiten der Betriebsstätte oder des Betriebes nach sachverständigem Gutachten günstigere oder wenigstens ebenso günstige Bedingungen darbieten, wie sie nach jenen Bestimmungen erfordert werden. In bereits bestehenden Anlagen sind die gemäss § 1, § 3 Abs. 1 und 3, § 4, § 6, § 8, § 9, § 10 Abs. 1 und 2, § 18 Abs. 1—3 erforderlichen Einrichtungen bis spätestens 1. Oktober 1890 herzustellen. Eine Verlängerung dieser Frist, jedoch nicht über den 1. Oktober 1894 hinaus, kann von der Königlichen Regierung, Kammer des Innern, bewilligt werden.

Der kleinere, aber finanziell tief eingreifende Teil dieser Bestimmungen ist erst bis zum 1. Oktober 1894 endgültig durchgeführt. Wollner spricht in seinem Vortrage auf der Naturforscherversammlung (a. a. O. S. 425) die Ansicht aus, dass damit den Quecksilberbelegen der Todesstoss versetzt werden dürfte, weil sie infolge der hohen Ausgaben die Konkurrenz mit den Silberbelegen nicht mehr würden aushalten können. In der That ist seit dem Jahre 1889 die Zahl der in den Fürther Quecksilberbelegen durchschnittlich beschäftigten Arbeiter bereits auf den dritten Teil zurückgegangen, und an die Stelle des älteren Verfahrens tritt immer mehr das Silberbelegen. Das hierbei in Betracht kommende Verfahren ist höchst einfach: Die Glasplatten liegen auf einer auf 30^0 erhitzten Platte, werden mit der ammoniakalischen Silbernitratlösung übergossen, bleiben eine Stunde liegen, werden dann abgehoben, getrocknet und zuletzt mit einem Lack zum Schutze der dünnen Silberschicht überzogen.

Das auf den ersten Blick ungefährliche Fabrikationsverfahren scheint übrigens doch nicht von Schädlichkeiten frei zu sein. Spezifische Silbererkrankungen sind dabei bis jetzt allerdings noch nicht beobachtet. Dagegen disponiert nach Wollner der beständige Aufenthalt in einer Temperatur von 28—40^0 C zu akuten, subakuten und chronischen Lungenaffektionen, an denen die Arbeiter zu Grunde gehen. Exakte Untersuchungen über diesen Gegenstand stehen noch aus.

C. Keramische Industrie.

Porzellanfabrikation. Die Herstellung des Porzellans besteht in der Zerkleinerung und Mischung der Rohmaterialien,. in der Umwandlung dieser in eine bildsame Masse, in der Formgebung, im Glasuren, Brennen und Bemalen[1]).

Die natürlichen Rohstoffe für die Porzellanfabrikation sind Porzellanerde, auch Kaolin genannt, und Feldspat, welche je nach der chemischen Beschaffenheit des Kaolins für sich allein oder erst in Verbindung mit Quarz, Kreide oder Gips eine zur Porzellanfabrikation geeignete Masse bilden. Der Feldspat, welcher stets in grösseren Stücken aus den Gruben anlangt, muss vor dem Gebrauche zerkleinert werden. Dies geschieht im Kollergange, woselbst zwei grosse, meist durch Maschinenkraft bewegte Granitwalzen das Gestein in kleine Stückchen zerdrücken. Der zerkleinerte Feldspat wird sodann in besonderen Mühlen, Alsingzylindern, zu einem staubförmigen Pulver vermahlen. Die Alsingzylinder sind rotierende eiserne Zylinder, die im Innern mit starken Porzellanfliesen ausgelegt sind. Das Ausmahlen erfolgt somit innerhalb eines verschliessbaren Gehäuses, so dass hierbei kein Staub oder nur geringe Mengen desselben nach aussen zu entweichen vermögen. Die Reinigung des Kaolins erfolgt auf nassem Wege durch das sogenannte Schlämmen in Schlammbottichen und geht ohne Staubbelästigung von statten. Zur Erzielung einer möglichst gleichmässigen Durchfeuchtung der Porzellanmasse werden die gewonnenen Masseballen lange Zeit in einem feuchten Raume gelagert und gehen hier in eine Art Fäulnis (Rotten) über. Aus dieser Porzellanmasse werden die Porzellanwaaren durch Drehen, Formen, Giessen oder Pressen hergestellt.

Zur Bereitung der Glasurmasse dient im wesentlichen Quarzsand mit einem Zusatz von Marmor und gebrannten Porzellanscherben, welche in derselben Weise wie die Rohmaterialien zerkleinert und gemahlen werden. Um ein gleichmässiges Korn zu gewinnen, werden die gemahlenen Porzellanscherben noch besonders gesiebt. Dies erfolgt meist auf nassem Wege in gedeckten, zuweilen allerdings auch noch trocken in offenen Sieben.

Zur Herstellung der Chamottekapseln, in denen die geformten Porzellangegenstände gebrannt werden, dienen feuerfester Thon und Chamotte. Der Thon wird in einer Mühle gepulvert und zusammen mit der Chamotte in gemauerten Vertiefungen der Thonstube eingesumpft. Zur innigen Mischung beider Bestandteile wird die Masse durch einen Thonschneider geschickt, in welchem sie energisch durchgearbeitet wird.

Neben der körperlichen Anstrengung, welche bei den einzelnen Arbeiten in den Porzellanfabriken in verschieden hohem Grade hervortritt, kommt als spezifische Schädlichkeit die Einatmung des bei der Arbeit sich entwickelnden Staubes in Betracht. Staub entwickelt sich in sehr reichlichen Mengen beim offenen Sieben der gepulverten Porzellanscherben, ziemlich reichlich beim Aufschaufeln des feuerfesten Thons in der Thonstube und beim Mahlen des Thons in der Thonmühle; weniger Staub, aber immer noch von unangenehmer Wirkung, wird bei der gröberen

[1]) Th. Sommerfeld, Die Berufskrankheiten der Porzellanarbeiter. Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege Bd. XXV, 2. Heft.

Zerkleinerung des Feldspats und der Porzellanscherben im offenen Kollergange erzeugt.

Die Dreher und Former arbeiten zwar viel mit feuchtem Material, müssen aber, wenn die geformten Gegenstände lufttrocken geworden sind, vorgefundene Unebenheiten entfernen, Teller mit der scharfen Klinge abrändern u. dergl. m., wobei sich ziemlich reichliche Staubmengen entwickeln. Daneben macht sich bei dieser Kategorie von Arbeitern als eine besondere Schädlichkeit ihrer Berufsthätigkeit die sitzende Lebensweise und die vornübergebeugte Haltung geltend, wodurch einerseits der Blutkreislauf im Pfortadergebiete Störungen erleidet, andererseits die Entfaltung der Lungen, insbesondere in den oberen Partieen, behindert wird.

In einigen Fabriken, in denen eine besonders feine Porzellanmasse verarbeitet wird, kommt es vor, dass bei der Herstellung von flachen Gegenständen, wie Tellern und Schüsseln, welche durch Überformen gebildet werden und dementsprechend mit ihrer inneren Fläche der Gipsform aufliegen, die noch feuchte Waare von dem Arbeiter von der Gipsform abgeblasen werden muss, weil sie sonst nach kurzer Zeit reissen würde. Dieses Abblasen von der Gipsform stellt sehr grosse Anforderungen an die Thätigkeit der Lungen.

Die Beschäftigung der Glasurer besteht im Eintauchen der Waare in die Glasurmasse, ferner im Abstäuben des im ersten Feuer verglühten Geschirres mittels Blasebalgs oder Handfegers und schliesslich im Entfernen der Glasur von denjenigen Stellen der Porzellanwaaren, welche, wie Vertiefungen von Ornamenten u. s. w., zu viel davon erhalten haben oder von Glasur frei bleiben sollen, aber beim Eintauchen in die Glasurmasse von dieser doch benetzt werden mussten. Wird das Abstäuben der vorgeglühten Waaren von den Glasurern besorgt, so wechseln dieselben, wenn sie in grösserer Zahl vorhanden sind, mit dieser Beschäftigung in mehrtägigem oder wöchentlichem Turnus; in manchen Fabriken werden aber auch Frauen und Kinder ausschliesslich mit dem Abstäuben beschäftigt, welche dann Tag aus Tag ein in der Staubatmosphäre leben.

Die Thätigkeit der Schleifer besteht im wesentlichen in der Entfernung des Sandes, auf welchem die in die Chamottekapseln eingesetzten Waaren gestanden haben und welcher sich beim Brennen an letztere angesetzt hat. Dies geschieht auf trockenem Wege durch Abreiben mit Sandstein. Das Abschleifen von Porzellanmasse beim Verkürzen von Porzellanröhren, beim Ebnen des Fusses der Teller oder Schüsseln erfolgt dagegen auf einer Drehscheibe mit angefeuchtetem Sande, so dass hier fast jede Staubentwickelung wegfällt.

Das durchschnittliche Lebensalter der Porzellanarbeiter wird von Hirt auf 42,5 Jahre, von Popper auf 41 Jahre angegeben; das der Porzellandreher von G. Lewin auf 42,5, von Hirt auf 41 Jahre. Nach meinen eigenen Berechnungen erreichten in dem Zeitraum von 1874 bis 1888 323 Tote das Durchschnittsalter von 41 Jahren, nach den Veröffentlichungen im „Sprechsaal" 613 Porzellandreher ein Alter von 38,1 und 231 Porzellanmaler ein solches von 37,75 Jahren.

Unter den 323 erwähnten Fällen nimmt die Lungentuberkulose als Todesursache die erste Stelle ein, und zwar mit 191 Fällen = 60 %; die Sterblichkeit an Krankheiten der Atmungsorgane insgesamt betrug 239 = 74,3 %, an Erkrankungen des Zentralnervensystems (besonders Apoplexie und Tabes) 18 = 5,6 %, an Krankheiten der Verdauungsorgane 13 = 4 %, an Nieren- und Blasenkrankheiten 7 = 2,2 %, an Herzkrankheiten 5 = 1,6 %, an Leberkrankheiten 1 = 0,3 %, an anderen Leiden 40 = 13,4 %. Ähnlich sind die Ergebnisse, welche ich aus den Veröffentlichungen im „Sprechsaal" gewonnen habe.

Von 5066 Krankheitsfällen, welche unter den Mitgliedern des Gewerkvereins der Porzellanarbeiter in den Jahren 1878 bis 1891 beobachtet wurden, betrafen 1571 = 31 % die Atmungswege, hiervon kommen auf Lungentuberkulose 809 = 16 % der Gesamtsumme oder 51,4 % der an den Atmungswegen Erkrankten, 808 = 16 % entfallen auf Erkrankungen der Verdauungswege, 514 = 10 % auf Rheumatismus, 161 = 3,2 % auf Krankheiten des Zentralnervensystems, 62 = 1,2 % auf Herzleiden, 32 = 0,6 % auf Leberkrankheiten.

Unter den einzelnen Kategorieen der Porzellanarbeiter stehen hinsichtlich der Morbidität an erster Stelle die Glasurer mit 50 %, es folgen die Brenner mit 36,4 %, die Schleifer mit 36 %, die Dreher und Former mit 35,5 %, die Schlämmer mit 26 %, die Maler mit 23,7 %. Die Sterblichkeit ist am grössten bei den Brennern mit 3,4 %, es folgen die Dreher und Former mit 2,35 %, die Schlämmer mit 2 %, die Maler mit 1,6 %. Die meisten Opfer infolge von Lungenkrankheiten stellten die Dreher und Former mit 89,5 % der Todesfälle, es folgen die Brenner mit 80 %, die Maler mit 60 %. An Tuberkulose starben von den Drehern und Formern 61,5 %, von den Malern 50 % der 48 Gestorbenen.

Um ein völlig einwandsfreies statistisches Material zu erlangen, habe ich 220 Arbeiter der Königlichen Porzellanmanufaktur zu Berlin untersucht und erhielt in tabellarischer Übersicht folgende Resultate:

	Zahl der Untersuchten	Durchschnittl. Eintrittsalter		Durchschnittl. Lebensalter		Durchschnittl. Arbeitszeit		Prozentsatz der Lungenschwindsüchtigen	Prozentsatz d. mit Krankheiten der Atmungswege Behafteten
		Jahre	Monate	Jahre	Monate	Jahre	Monate		
1. Dreher u. Former	82	14	—	30	10	19	5	16	31,9
2. Maler	48	14	—	28	7	13	7	15	31,6
3. Ofenarbeiter . .	39	28	6	37	—	8	5	20,5	35,8
4. Glasurer . . .	21	27	4	37	9	10	5	28,8	52,8
5. Schlämmer . .	15	28	—	34	—	6	—	26	40,5
6. Schleifer . . .	12	24	4½	38	2½	13	10	25	58,9
7. Thontreter . .	3	28	7	30	—	1	5	—	33,3
	220	19	5	32	6	10	5	18,7	36,8

Die Sterblichkeitsziffer unter den Arbeitern der Königlichen Porzellanmanufaktur betrug in dem Zeitraum von 1885 bis 1892 1,03 %.

Die auffallend kurze Lebensdauer, welche die Porzellanarbeiter aufweisen, ihr häufiges Erkranken an Brustleiden, insbesondere die grosse Sterblichkeit durch Lungenschwindsucht, finden ihre natürliche Erklärung durch die mannichfachen Schädlichkeiten, welche uns in diesem Berufe in auffälliger Weise entgegentreten. Die Hauptschuld an den ungünstigen hygienischen Verhältnissen trägt unbedingt die Einatmung der verschiedenen Sorten mineralischen Staubes; ferner kommen die schlechte Körperhaltung, welche manche Kategorieen der Porzellanarbeiter bei ihrer Beschäftigung einzunehmen gezwungen sind, und in vielen Fällen eine unzweckmässige Lebensweise in Betracht.

Wollen wir die Staubbelästigung richtig beurteilen, so müssen wir zwischen denjenigen Staubmengen unterscheiden, welche sich bei den einzelnen Arbeitsverrichtungen entwickeln und unmittelbar in die Luftwege gelangen, und denjenigen, welche die meisten Arbeitsräume andauernd erfüllen und die in denselben sich aufhaltenden Personen auch dann belästigen, wenn sie selbst keinen Staub erzeugen. Lässt sich die Entwickelung der ersteren bei der Herstellung der Porzellanwaaren auch vielfach nicht vermeiden, so trägt an der Ansammlung der Staubmassen in den Arbeitsräumen nicht die Arbeit, sondern die schlechte Beschaffenheit der Arbeitsräume, mangelhafte und ungeeignete Ventilation und ungenügende Reinigung der Zimmer die alleinige Schuld. Die Räume, welche mindestens 4 m, zweckmässig 5 m hoch sein sollten, sind in der Regel viel zu niedrig, besondere Einrichtungen zur künstlichen Ventilation sind nur ausnahmsweise vorhanden, und die Lufterneuerung erfolgt nur durch Fenster und Thüren.

In jedem Falle sollte es verboten werden, die Arbeitsräume als Trocken- und Lagerräume für die noch nicht gar gebrannten Porzellanwaaren zu verwenden, weil der bei jeder Öffnung der Thüren und Fenster entstehende Luftzug Staub von den Waaren abhebt und in die Atmungsluft verteilt. Auch auf die Reinigung der Arbeitsräume sollte mehr Gewicht gelegt werden, als es zur Zeit häufig geschieht. In manchen Fabriken werden dieselben nur am Sonnabend oder höchstens zweimal in der Woche von den reichlichen Staubmassen, welche sich auf dem Boden ansammeln, gereinigt, während eine tägliche Reinigung als selbstverständlich angenommen werden sollte. Diese Reinigung darf nicht, was häufig geschieht, den Lehrlingen übertragen werden, sondern nur erwachsenen, kräftigen Männern oder Frauen, deren Lungen gegen die Wirkung des Staubes widerstandsfähiger sind. Häufiges Reinigen, nasses Aufwischen der Fussböden und Tische und wiederholtes Tünchen der Wände dürfte sich auch wegen der Möglichkeit der Uebertragung der Schwindsucht von einem Arbeiter auf den andern empfehlen. Aus dem-

selben Grunde ist die Benutzung von Speinäpfen obligatorisch anzuordnen und jedes Zuwiderhandeln mit Strafe zu bedrohen.

Im übrigen sind überall, wo es sich um maschinelle Einrichtungen handelt, die im V. Abschnitt besprochenen Maassnahmen zur Staubbeseitigung zu treffen. Wo sich solche Einrichtungen nicht treffen lassen, ist zum mindesten die Forderung zu stellen, dass die betreffenden Verrichtungen in luftigen, von den anderen Arbeitsräumen getrennten Räumen vorgenommen werden, dass nur erwachsene, gesunde und kräftige Männer damit betraut und dass dieselben angewiesen werden, dabei einen Respirator zu tragen.

Der Schädlichkeit einer schlechten Körperhaltung sind insbesondere die Dreher, Former, Modelleure und Maler unterworfen. Alle diese Arbeiter sind gezwungen, mit nach vorn übergeneigtem Oberkörper zu arbeiten. Während aber die Dreher und Former wenigstens von Zeit zu Zeit ihre Haltung ändern, um die zu ihrer Seite gelagerte Porzellanmasse auf den Scheibenkopf oder die gearbeiteten Stücke beiseite zu legen, verharrt der Maler oft mehrere Stunden in derselben ungünstigen Stellung, zumal wenn er kurzsichtig ist und sein Gesicht dem zu bemalenden Gegenstande nähern muss. Durch die vornüber gebeugte Haltung wird die Lunge behindert, sich ergiebig auszudehnen, und es stellen sich allmählich Kongestionserscheinungen in derselben ein, welche zu chronisch-entzündlichen Zuständen führen und der Ablagerung der Schwindsuchtserreger Vorschub leisten. Welche Bedeutung dieser anhaltend mangelhaften Entfaltung der Lungen zukommt, geht aus der Erwägung hervor, dass gerade die Porzellanmaler, welche nur unter dieser einen Schädlichkeit ihres Berufs leiden, stets bleifreie Farben verarbeiten und, abgesehen von den Blaumalern, die unter der Glasur malen, der Staubeinatmung nicht ausgesetzt sind, zu 50°/₀ von der Lungenschwindsucht befallen und dahingerafft werden. Allerdings ist hierbei in Betracht zu ziehen, dass dem Kontingent, aus welchem die Porzellanmaler hervorgehen, oft schon von vornherein der Stempel seines künftigen Geschickes aufgeprägt ist. So konnte ich bei der Untersuchung der Porzellanarbeiter in einer grossen Porzellanmanufaktur feststellen, dass von 17 untersuchten Malerlehrlingen nur 2 eine kräftige, 7 dagegen eine mittelkräftige und 8 eine schwache Konstitution aufwiesen; 2 unter ihnen waren mit Tuberkulose erblich belastet, 3 litten bereits an Lungenspitzenkatarrh, 1 bot auf Schwindsucht verdächtige Krankheitserscheinungen dar, 5 waren auffallend blutarm, 2 litten an Neurasthenie und 2 an heftigem Herzklopfen.

Einige Besserung könnte hier geschaffen werden, wenn einerseits bei den Drehern die Thätigkeit des Fusses bei dem Herumschnellen des horizontalen Rades der Drehscheibe durch Maschinenkraft ersetzt würde,

was in grösseren Fabriken mit Maschinenbetrieb wohl ausführbar ist, und wenn andererseits die Maler in allen geeigneten Fällen ihre Arbeitsstücke eventuell durch Unterlagen so hoch lagern wollten, dass sie, auch ohne sich nach vorn zu beugen, scharf sehen können. Aber auch abgesehen hiervon sind die Porzellanarbeiter in der Lage, die Wirkung der schlechten Körperhaltung, gleichzeitig auch der Staubeinatmung dadurch aufzuheben oder doch abzuschwächen, dass sie sich in ihren Mussestunden möglichst viel in freier Luft aufhalten und systematisch Lungengymnastik treiben. In jüngster Zeit haben einige Fabrikbesitzer für ihre Lehrlinge in einem zu diesem Zwecke zur Verfügung gestellten Raum obligatorischen Turnunterricht eingerichtet. Wird dieser Turnunterricht in der Weise durchgeführt, dass nicht auf Kraftleistungen, sondern auf solche Uebungen besonders im Freiturnen Gewicht gelegt wird, bei denen sich die Lungen ergiebig entfalten müssen, so werden die Lehrlinge grossen Vorteil aus demselben ziehen; es wäre wünschenswert, dass dieses Beispiel allerseits Anklang und Nachahmung fände.

Thonwaarenindustrie. Die Arbeitsweise in der Thonwaarenindustrie unterscheidet sich nur unwesentlich von der in der Porzellanfabrikation gebräuchlichen. Das Zerkleinern, Mahlen und Mischen der Rohmaterialien, das Drehen, Formen und Brennen der fertigen Waare ist hier wie dort mit fast den gleichen Unbequemlichkeiten und Schädlichkeiten für die Gesundheit der Arbeiter verbunden. Nur der Unterschied waltet ob, dass die Entwickelung und somit auch die Einatmung von Thonstaub stufenweise abnimmt mit der Fabrikation gewöhnlicher Thonwaaren, weil zur Herstellung dieser die Rohmaterialien nicht so fein gepulvert zu werden brauchen.

Zur Gewinnung einer geraden Fläche behufs besseren Haftens der Glasur und schöneren Aussehens werden die gekrümmten Stellen der Kachelplatten, soweit sie nicht durch das Ausklopfen hatten gerade gerichtet werden können, mit einem Messer abgeschabt und auf einem horizontalen Schleifstein aus Granit oder Sandstein mit feinem Sande abgeschliffen. Dieses Abschaben und besonders das Schleifen geht mit ausserordentlich reichlicher Staubentwickelung einher.

Eine zweite besondere Schädlichkeit schliesst die Herstellung der bleihaltigen Glasur[1]) in sich. Blei und Zinn werden in bestimmten Verhältnissen gemischt und im Äscherofen eingeäschert, d. h. durch die Einwirkung der Hitze unter beständigem Umrühren mit einer eisernen Hacke geschmolzen, bis die Metalle schliesslich in Pulverform übergehen.

[1]) Rüsskikh, Bleivergiftung der Töpfer. Gesundheit XIV, S. 85.

Besitzt der Äscherofen keinen besonderen Abzugskanal, so treten die sich reichlich entwickelnden Dämpfe aus dem Ofen in den Arbeitsraum ein und belästigen den Arbeiter auf das unangenehmste. Die weitere Verarbeitung der Metallasche zur Glasur, das Zerkleinern und Mahlen der Glasurmasse in der Glasurmühle geht ohne Belästigung der Arbeiter von statten. Die flüssige Glasur wird aus einem Schnabeltopfe oder ähnlichen Behälter auf die Kachel gegossen, wo sie schnell eintrocknet. An den Stellen, an denen sie übergelaufen ist, wird sie nach dem Trocknen mit einer harten Bürste abgerieben. Hierbei entwickeln sich ziemlich reichliche Mengen eines scharfen, verletzenden Staubes.

Häufig werden die Glasuren noch durch einfache Mischung der Rohmaterialien hergestellt. Die einzelnen Bestandteile werden trocken gemengt, mit Wasser angerührt und in Mühlen längere Zeit gemahlen. Gröbere Thonwaaren werden sogar nicht selten durch Aufbeuteln eines Glasurpulvers (Bleiglätte, Mennige, Bleiglanz u. dergl.) mit Hilfe eines Strumpfes oder eines anderen grobmaschigen Gewebes glasiert. Dies ist die gewöhnliche Methode bei den sogenannten Geschirrhafnern und in kleinen Ofenfabriken.

Die Gesundheitsverhältnisse der Thonwaarenarbeiter sind keineswegs günstige. Wilbrand[1]) nimmt auf Grund seiner Beobachtungen im Kannenbäckerlande zwischen Westerwald und Taunus an, dass wenigstens 90% der dort beschäftigten Steinzeugarbeiter vor dem 45. Lebensjahre ihr Gewerbe aufgeben müssen. Fast jeder Thondreher ist mit Luftröhrenkatarrh behaftet, der nicht selten in Lungenblähung übergeht und zur Lungenschwindsucht führt. Mehr als ein Drittel aller Todesfälle wird durch Lungenschwindsucht bedingt. Auch nach Arlidge[2]) erkranken die Thonarbeiter, speziell die Töpfer, häufig an Krankheiten der Atmungsorgane.

Zur Besserung der hygienischen Lage der Arbeiter in der Thonwaarenindustrie sind zweckmässige, nicht zu niedrige Arbeitsräume, künstliche Ventilation und Reinlichkeit anzustreben. Alle staubigen Verrichtungen sind in besonders hergerichteten Räumen vorzunehmen, und solange keine Aspirationsvorrichtungen vorhanden sind, sollten die Arbeiter zum Tragen eines Respirators veranlasst werden. Zum Abschleifen der Kachelplatten und Abschaben der Glasur sind nur kräftige erwachsene Personen zu verwenden.

Der Bleivergiftung kann durch Innehaltung von Bestimmungen vorgebeugt werden, wie sie nachstehende Verordnung des Berliner Polizeipräsidiums enthält:

[1]) Wilbrand, Einige Bemerkungen über die Gewerbekrankheiten der Steinzeugarbeiter und ihre Ursachen. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Mediz. XXIV, S. 124.

[2]) Arlidge, The hygiene, diseases and mortality of occupations. London 1892.

Verordnung des Berliner Polizeipräsidenten vom 22. Januar 1888, betreffend die Verhütung von Bleivergiftungen der Arbeiter in Ofenfabriken.

§ 1. Es dürfen nur sogenannte verkuchte Glasuren, in denen das Bleioxyd an Kieselsäure gebunden ist und mit dieser kieselsaures Bleioxyd bildet, dargestellt und verwendet werden.

§ 2. Äschermuffeln und Frittöfen müssen so eingerichtet sein, dass die sich darin entwickelnden bleihaltigen Dämpfe nicht in den vor denselben befindlichen Arbeitsraum entweichen können, sondern entweder mit den Feuergasen unmittelbar in den Rauchfang oder durch einen besonderen vor oder über der Muffel anzubringenden Dämpfefang in denselben abgezogen werden.

§ 3. Das Feinmahlen bleihaltiger Glasuren darf zur vollständigen Vermeidung von Staub nur unter Anfeuchtung der Masse vorgenommen werden.

§ 4. Alle mit dem Zerkleinern, Sieben und Mischen bleihaltiger Glasuren, namentlich auch die mit dem Abputzen der angetrockneten Glasuren beschäftigten Arbeiter müssen Nase und Mund mit einem eigens zurechtgeschnittenen Schwamm bedecken. Dieser Schwamm ist mindestens dreimal täglich in zur Hälfte mit Essig gemischtem reinen Wasser auszuwaschen und immer rein zu erhalten. Für die Durchführung dieser Maassregel ist der Arbeitgeber mit verantwortlich.

§ 5. Die Räume, in denen die Glasur hergestellt wird, und die Räume, in welchen die trockene Glasur abgeputzt wird, müssen gut gelüftet gehalten werden und so liegen bezw. eingerichtet sein, dass frische Luft in reichlicher Menge eintreten und die schlechte Luft abgeführt werden kann. Kellerräume sind ungeeignet.

§ 6. Es ist seitens der Arbeitgeber für Vorkehrungen zu sorgen, welche das häufige Waschen der Arbeiter unter Anwendung von Seife, ebenso das Mundausspülen und Reinigen der Zähne, wie das Reinigen der Kleider ermöglichen.

§ 7. In den Arbeitsräumen dürfen feste und flüssige Nahrungs- oder Genussmittel, einschliesslich des Wassers, nicht aufbewahrt noch verzehrt werden.

Von weittragendster Bedeutung würde der Ersatz des giftigen Bleies durch ein ungiftiges Glasurmittel sein, und wir dürfen hoffen, dass die ernsten Bemühungen vieler Techniker und Chemiker, ein solches zu finden, bald von Erfolg gekrönt sein werden. Zudem sollten die Arbeitgeber darauf Bedacht nehmen, die Öfen vor dem Ausräumen möglichst abkühlen zu lassen, um die Arbeiter vor allzu intensivem Temperaturwechsel zu bewahren.

Ziegeleien. Bei der Herstellung der Ziegel ist die Staubbelästigung eine geringe, weil das Material nur nass verarbeitet wird. Staubeinatmung erfolgt nur beim Ausräumen der Öfen und beim Verladen der gebrannten Ziegel. Dagegen leiden die Arbeiter unter dem Einfluss der Witterung, durch den schnellen und erheblichen Temperaturwechsel beim Heraustreten aus dem Ringofen und durch die Nässe bei der Herstellung und Verarbeitung des Rohmaterials. Die Folge dieser Schädlichkeiten sind häufiges Erkranken an Rheumatismus, Lendenweh und mannichfache Infektionskrankheiten.

Von einer eigentlichen Berufskrankheit der Ziegelarbeiter kann nicht gesprochen werden, dagegen beobachtet man bei den Arbeitern, welche den nassen Lehm bereiten, am Thonschneider beschäftigt sind oder den Lehm auf den Arbeitstisch tragen, ein krankhaftes, blasses Hautkolorit als die Folge der Infektion mit Anchylostomum duodenale (vergl. Abschn. I, S. 122). Um die gesunden Arbeiter zu schützen, empfiehlt es sich, die fremden Arbeiter vor der Zulassung zum Betriebe zu untersuchen und die mit dem Parasiten behafteten auszuschliessen. Sodann ist den Ziegelmachern die grösste Reinlichkeit in bezug auf ihren Körper und die Trinkgeschirre zur Pflicht zu machen und ihnen ans Herz zu legen, vor jeder Mahlzeit Hände und Gesicht zu waschen. Sache des Arbeitgebers ist es, gutes Trinkwasser zur Verfügung zu stellen.

Sehr im Argen liegt in vielen Ziegeleien die Beköstigung und die Beherbergung besonders der auswärtigen Arbeiter. Mit Recht legen die Fabrikaufsichtsbeamten auf diese Punkte besonderes Gewicht, und es ist zu wünschen, dass sie hierin von den polizeilichen Organen aufs kräftigste unterstützt werden.

XIII. Abschnitt.

Chemische Industrie. Forstwirtschaftliche Nebenprodukte. Heiz- und Leuchtstoffe. Öle, Fette und Firnisse. Harze.

Von

Dr. Sprenger, Königl. Reg.- u. Gewerberat in Berlin.

und

Dr. H. Albrecht, in Gross-Lichterfelde.

A. Chemische Industrie.

Die in den chemischen Fabriken beschäftigten Arbeiter arbeiten fast durchgängig unter ungünstigeren Verhältnissen, als die Arbeiter der meisten anderen Industriezweige. Diese zu ändern, steht häufig nicht einmal in der Macht des Arbeitgebers, welcher in vielen Fällen hygienisch gute Bedingungen auch mit dem besten Willen nicht zu schaffen vermag. Zu den Schädlichkeiten, welche die Fabrikationsmethoden und die giftigen oder der Gesundheit schädlichen Eigenschaften vieler Erzeugnisse der chemischen Industrie auf die Arbeiter ausüben, kommt noch der Umstand hinzu, dass manche Betriebe aus Gründen, welche in der Gewinnungsmethode liegen, vielfach auch aus Rücksicht auf die Sicherheit der Arbeiter und der Umgebung eine Unterbrechung nicht erleiden können, dass die Arbeiter infolgedessen wöchentlich abwechselnd in Tag- oder Nachtschichten, sowie auch an jedem zweiten Sonntag arbeiten und den Schichtwechsel durch vierundzwanzigstündige Arbeit erkaufen müssen. Die Arbeiter leiden unter gewissen Schädlichkeiten nicht nur während der Arbeitszeit, innerhalb der Fabrik, sondern zum Teil auch ausserhalb derselben, insofern sie z. B. durch Vermittelung der Kleider giftige Stoffe in ihre Wohnungen übertragen können. Da sie ferner vielfach in der Nähe der Fabriken wohnen, können sie auch durch die festen und flüssigen Abfälle der Anlagen, sowie durch gasförmige Exhalationen geschädigt werden, die in den Erdboden, in die Brunnen und in die Luft eindringen.

Es fehlt leider, wie auf so vielen anderen Gebieten, bislang eine brauchbare Statistik, die sich für die Beurteilung der besonderen Schädlichkeiten dieses Industriezweiges verwerten liesse. Um so beachtenswerter muss jeder Versuch erscheinen, über diese Verhältnisse Klärung zu verbreiten. Die Direktion der Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst a. M. hat die sanitären Verhältnisse in ihren Fabriken seit vielen Jahren mit Aufmerksamkeit studiert und die gewonnenen Erfahrungen zur Beseitigung früher unbekannter Übelstände soweit als möglich verwertet. Der in der vortrefflichen Arbeit von Sanitätsrat Dr. Grandhomme[1]) niedergelegte Beitrag zu dieser Frage ist von um so grösserer Bedeutung, als die Fabrik die mannichfachsten Betriebe umfasst und etwa 2500 Arbeiter beschäftigt. Wir werden auf dieselbe weiterhin mehrfach zurückkommen. Eine Nachahmung dieses Beispiels in anderen chemischen Fabriken würde ein Material gewinnen lassen, welches für die Bekämpfung der Berufskrankheiten in der chemischen Industrie von grösster Bedeutung sein müsste.

Bevor wir nun auf die spezifischen Schädlichkeiten der einzelnen Betriebszweige eingehen, sei einiger Gesundheitsgefahren Erwähnung gethan, welche nicht nur die Arbeiter bestimmter Betriebe bedrohen, denen diese vielmehr in fast allen chemischen Anlagen ausgesetzt sind.

Zu ihnen gehören z. B. diejenigen, welche durch schlechte Luft, schädliche Dämpfe, Staub herbeigeführt werden. Die „allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie“ [2]) schreiben bezüglich dieser im § 2 vor:

„Die Arbeitsräume und Betriebsstätten müssen, soweit es die Eigenart des Betriebes zulässt, nach Möglichkeit so eingerichtet oder mit solchen Vorrichtungen versehen sein, dass die Luft von schädlichen Mengen gesundheitsgefährlicher Gase, Dämpfe oder Stoffe jeder Art (Staub) frei gehalten wird. Dazu gehört, dass die Räume hoch und gross und gut gelüftet sind. Die Erneuerung der Luft ist sogar nicht immer mit Hülfe künstlicher Ventilation zu erreichen, denn es giebt Gase, welchen kein Material, aus dem Ventilatoren angefertigt werden können, widersteht. In solchen Fällen saugt man die schlechte Luft durch gut ziehende Schornsteine ab oder bringt eine ausgiebige Seiten- und Firstventilation (Dachreiter) an.“

In § 5 dieser Vorschriften sind Bestimmungen zum Schutze der Arbeiter gegen die bisweilen sehr grosse Feuersgefahr getroffen; es heisst dort:

„In allen Anlagen, in welchen feuergefährliche Gewerbe betrieben oder leicht brennbare Stoffe verarbeitet werden, muss nach Möglichkeit durch geeignete Vorrich-

[1]) Die Fabriken der Aktiengesellschaft Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning zu Höchst a. M. in sanitärer und sozialer Beziehung. 3. Aufl. Frankfurt a. M. 1893.

[2]) Reichs-Anzeiger vom 27. Oktober 1888.

tungen, insbesondere durch Anbringung von feuersicheren Treppen oder Sicherheitsleitern, sowie durch Thüren, die nicht nach innen schlagen, Sorge getragen werden, dass bei Ausbruch einer Feuersbrunst die Rettung der Arbeiter bewerkstelligt werden kann."

Den Gefahren, welche durch ungeeignete Beleuchtung der Räume veranlasst werden, soll durch die Bestimmungen des § 7 vorgebeugt werden:

„Räume, in welchen sich explosive oder brennbare Gase befinden oder bei Anwendung gewöhnlicher Vorsicht in Gefahr drohender Menge entwickeln können, sowie Räume, in welchen Explosivstoffe erzeugt oder aufbewahrt werden, dürfen nur vermittels zuverlässiger isolierter Innen- oder Aussenbeleuchtung erhellt oder nur mit Sicherheitslampen betreten werden."

Bezüglich der Sicherheitslampen muss indess bemerkt werden, dass die Auswahl mit Umsicht zu treffen ist, denn die üblichen Sicherheitslampen bieten nicht unter allen Umständen Schutz, und „schlecht konstruierte Sicherheitslampen sind höchst bedenklich und geeignet, die Gefahr gerade hervorzurufen." Nach dem „Bericht über die Verwaltung der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie im Jahre 1891" hat der Beauftragte Dr. Oppler in Gemeinschaft mit Professor Kämmerer in Nürnberg auf experimentellem Wege festgestellt, ob die im Handel vorkommenden Sicherheitslampen genügenden Schutz gewähren[1]). Als Resultat dieser Untersuchung hat sich ergeben, 1. dass sich die sämtlichen untersuchten Lampen, mit Ausnahme einer einzigen, als wirkliche Sicherheitslampen bewährt haben; 2. dass der Schwefelkohlendampf sich selbst bei denjenigen Lampen entzündete, welche sich bei allen übrigen explosiven Gasgemischen als sicher bewährt hatten.

§ 19 der Unfallverhütungsvorschriften schreibt für diejenigen Arbeiter, welche mit herumspritzenden und ätzenden Körpern zu thun oder zeitweise sich in Räumen aufzuhalten haben, deren Luft nicht atembar ist, eine besondere Ausrüstung vor:

„Schutzbrillen, Masken und Respiratoren sind den Arbeitern bei solchen Verrichtungen zur Verfügung zu stellen und ihre Benutzung ist zu empfehlen, wo dieselben erfahrungsgemäss erforderlich sind und die Art der Arbeit solche zulässt."

Über die Brauchbarkeit der verschiedenen Systeme von Schutzbrillen und Respiratoren ist im zweiten Teil dieses Handbuches schon berichtet worden (Abschn. VII, S. 488). Hier sei nur bemerkt, dass in dem „Bericht über die Verwaltung der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie im Jahre 1892" die Rauchmaske „König", ein Lederhelm mit

[1]) Kämmerer und Oppler, Über das Verhalten von Sicherheitslampen gegen explosive Gasgemische. Separatabdruck aus dem Bericht über die X. Versammlung der freien Vereinigung Bayerischer Vertreter der angewandten Chemie, Augsburg, am 17. und 18. Juli 1891.

Luftzuführung, zum Gebrauch beim Betreten von Räumen mit nicht atembarer Luft als bewährt besonders empfohlen wird.

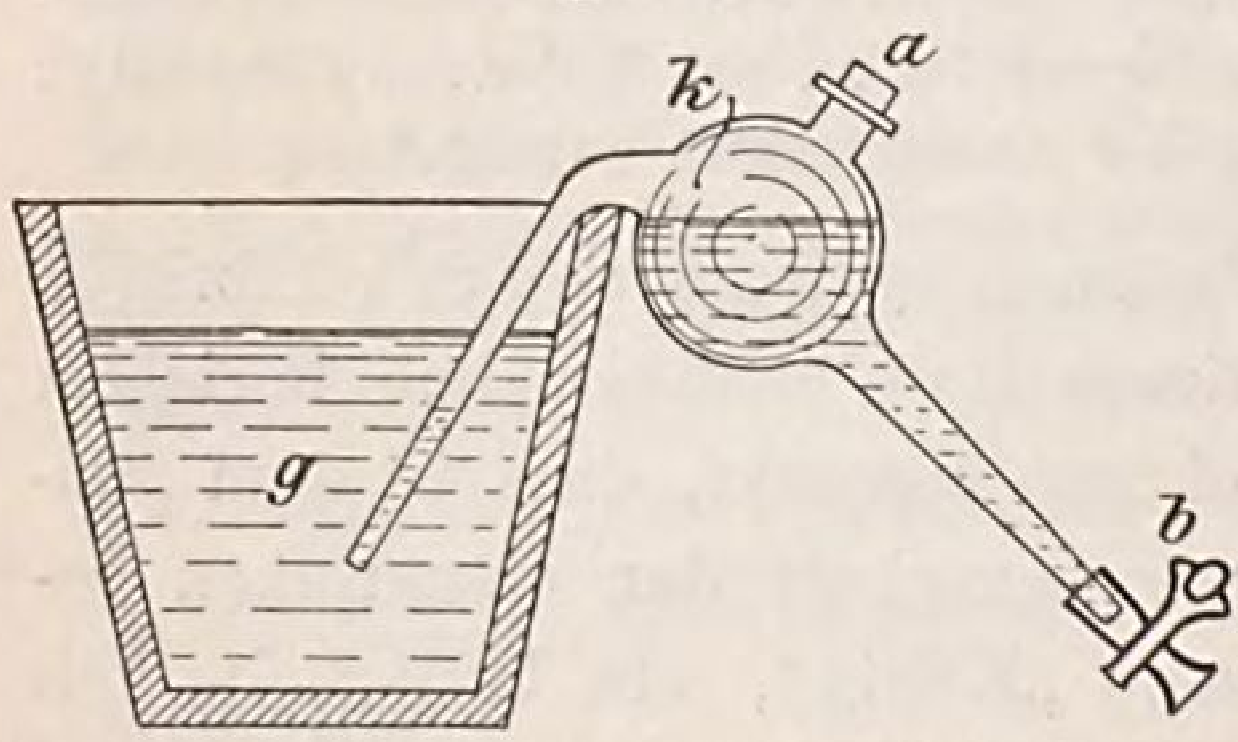
Eine weit verbreitete Gefahr für die Arbeiter in chemischen Fabriken sind die Verbrennungen mit Säuren, unter denen hinsichtlich ihrer Gefährlichkeit die anorganischen Säuren (Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure) obenan stehen. Bei eingetretenen Verletzungen ist die Wirkung der Säure vor allem durch Übergiessen mit reichlichen Mengen Wassers abzuschwächen. Bei leichten Verbrennungen ist die Wunde dann durch Abtupfen zu trocknen und durch einen Salbenverband (Lanolin) gegen das Eindringen von Unreinigkeiten zu schützen, bei schwereren Verletzungen wird ein Bleiwasserverband empfohlen. Da dergleichen Verletzungen häufig und unvorhergesehen vorkommen, muss in jeder Fabrik das nötige Verbandzeug bereit liegen. § 21 der Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie schreibt vor:

„Auf jeder Fabrik, auf der nicht mit Leichtigkeit sachgemässe Hilfe zu erlangen ist, müssen die nötigsten Mittel für erste Hilfeleistung bei plötzlichen Unglücksfällen (Verbandzeug, event. Tragbahren, Krankenbetten u. s. w.) vorhanden sein.“

Für Fälle schwerer Säureverbrennungen giebt die Berufsgenossenschaft in dem Verwaltungsbericht für das Jahr 1892 folgende Verhaltungsmaassregeln:

„Ist ein Arbeiter in eine Bütte mit Säure gefallen oder ein grosser Teil seines Körpers mit Säure übergossen worden, dann ist auch hier die möglichst rasche Verdünnung und Entfernung der Säure durch Übergiessen mit Wasser, Sodalösung u. s. w. die erste Pflicht. Dann aber wird der Verletzte mit der ganzen Kleidung in ein warmes Bad von 29—30° R gebracht[1]). Im warmen Bade, dem man auch etwas Soda zusetzen kann, werden dann dem Verunglückten die Kleider aufgeschnitten und vorsichtig in Fetzen abgehoben. Während nun der Verletzte im warmen Bade sitzt, wird in aller Ruhe ein Verband von warmen Bleiwasserkompressen zurecht gemacht, ein Wagen bestellt oder der Tragkorb (für den Transport ins Hospital) zurecht gemacht.“

Fig. 732.



Heber zum Ansaugen ätzender Flüssigkeiten.

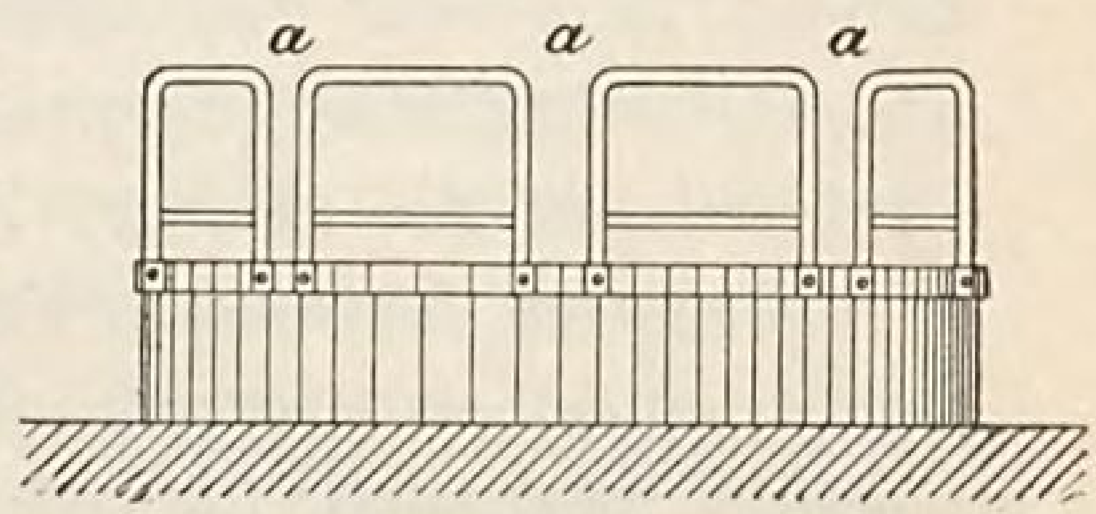
Nicht selten kommen auch schwere Mund- und Rachenverletzungen beim Ansaugen ätzender Flüssigkeiten vor. Um solche zu verhüten, empfiehlt der „Bericht über die Verwaltung der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie im Jahre 1893“ die Benutzung eines vom Dr. Stegelitz in Hameln konstruierten, durch Fig. 732 veranschaulichten Hebers.

[1]) Dies geschieht, um einen allzugrossen Wärmeverlust des Körpers durch die entzündete und gereizte Haut, welche die reflektorische Regulierung der Wärmeabgabe verloren hat, zu verhüten.

Zwischen den Schenkeln des Hebers ist eine Kugel k eingeblasen. Schliesst man das eine Schenkelende des Hebers mittels einer Schlauchklemme b und füllt den unten geschlossenen Schenkel und die Kugel durch die mit Gummistopfen verschliessbare Öffnung a mit einem Teil der zu hebenden Flüssigkeit an, so ist nach Einsetzen des Pfropfens bei a der Heber für den Beginn der Arbeit fertig. Öffnet man jetzt die Schlauchklemme b, so läuft die vorher eingefüllte Flüssigkeit ab und zieht durch den über der Säule gebildeten luftleeren Raum die in dem Gefäss g befindliche Flüssigkeit nach.

Die schwersten Verbrennungen ereignen sich durch das Hineinstürzen in Behälter mit heissen oder ätzenden Flüssigkeiten. Es ist daher nach Möglichkeit solchen Unfällen durch Anbringung geeigneter Schutzgeländer entgegenzuarbeiten. Diese stösst aber in vielen Fällen auf Schwierigkeiten, weil durch genügend hohe Geländer das Arbeiten in den Flüssigkeiten, namentlich das Umrühren, Ausschöpfen und Herausschaffen von Bodensatz oft in unzulässigem Grade behindert wird. In vielen Fällen hilft die in Fig. 733 abgebildete Konstruktion diesem Übelstande ab[1]).

Fig. 733.



Schutzgeländer für Behälter von heissen und ätzenden Flüssigkeiten.

Das Geländer hat freie senkrechte Zwischenräume a, in welche das Rührscheit oder der Schöpflöffel eingelegt werden kann, so dass der Stiel auf dem Rande des Behälters aufruht und der Arbeiter eine günstige Hebelwirkung zu erreichen vermag. Die freien Zwischenräume haben 15—20 cm Weite, so dass der Arbeiter nicht hindurchstürzen kann.

Nicht mindere Sorgfalt ist in allen chemischen Fabriken, in denen mit ätzenden Flüssigkeiten manipuliert wird, dem Transport derselben von einer Station der Bearbeitung zur anderen, sowie dem Transport der in Ballons gefüllten fertigen Flüssigkeiten zu widmen. Für den Grossbetrieb eignen sich vor allem unter Druck stehende Röhrensysteme, in denen der Transport der Flüssigkeiten automatisch bewirkt wird. Dieselben bieten gleichzeitig den wichtigen sanitären Vorteil, dass sie das Entweichen von Dämpfen und Gasen in den Arbeitsraum um ein erhebliches einschränken[2]). Für den Transport von Säureballons sind zweckmässige, sogenannte „Ballonkipper" und Karren mit gekröpfter Achse konstruiert, in welche die Ballonkörbe eingehängt werden[3]).

[1]) Bericht über die Verwaltung der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie im Jahre 1892, S. 34. — Vergl. ferner Oppler, Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung II. Bd., 2. Hälfte, S. 71. Berlin 1891.

[2]) Beispiele der angeführten Art finden sich bei Oppler a. a. O. S. 92. — Vergl. ferner den Bericht über die Verwaltung der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie im Jahre 1892, S. 34.

[3]) Oppler a. a. O. S. 97.

Wir gehen nach diesen allgemeinen Erörterungen zu der besonderen Betrachtung der wichtigsten Betriebsarten über.

a. Chemische Grossindustrie.

Fabrikation von Chlor, Chlorkalk und Kaliumchlorat. 1. Chlor (Cl.). Das Chlor wird, abgesehen von dem für Laboratoriumszwecke verwendeten, im Grossen dargestellt und fast lediglich zur Chlorkalkgewinnung verbraucht. Die Fabrikation von flüssigem Chlor, welches durch Abkühlung des Chlorgases auf 45° C erhalten und in eisernen Gefässen in den Handel gebracht wird, hat z. Z. noch keine Bedeutung erlangt.

Chlor für technische Zwecke wird nach verschiedenen Verfahren dargestellt, entweder: 1) nach dem Weldon'schen Verfahren oder 2) nach dem Deacon'schen Verfahren oder 3) durch Elektrolyse wässeriger Lösungen von Salzsäure und von Chloralkalien oder 4) aus Salzsäure und Braunstein oder endlich 5) aus Chlorkalk und Salzsäure, wenn es darauf ankommt, eine sehr gleichmässige Chlorentwickelung zu haben. Auf noch andere Chlorgewinnungsprozesse hier näher einzugehen, erübrigt sich im Hinblick auf die geringe Verbreitung derselben.

Von den erwähnten Verfahren sind die drei zuerst genannten die in der chemischen Grossindustrie üblichsten, der beiden letztgenannten bedient man sich bei der fabrikmässigen Gewinnung gewisser Chlorpräparate (z. B. Phosphortrichlorid, Chloralhydrat).

Bei dem Weldon'schen Verfahren wird Salzsäure mittels der höheren Oxyde des Mangans zersetzt, welche aus den bei der Fabrikation entstehenden Manganchlorürlaugen durch Zusatz von Kalkmilch und Einblasen von Luft wiedergewonnen werden.

Das Deacon'sche Verfahren beruht auf der Eigenschaft des Kupferchlorids, sich beim Erhitzen in Chlor und Kupferchlorür zu spalten, und auf der Eigenschaft des Kupferchlorürs, bei höherer Temperatur in Gegenwart von Wasserdampf und Salzsäure in Kupferchlorid überzugehen. Technisch ist das Verfahren so ausgebildet, dass ein Gemisch von Salzsäuregas und Luft von etwa 370—400° C über Thonkugeln geleitet wird, welche zwecks Verteilung des Kupfersalzes mit Kupfervitriollösung getränkt sind. Letzteres geht im Verlauf des Prozesses in Kupferchlorid über; dieses zersetzt sich unter Abgabe von Chlor und regeneriert sich gleichzeitig wieder ohne Unterbrechung. Das gewonnene Chlor ist aber nicht rein, es führt unzersetzte Salzsäure und Wasserdampf mit, welche durch Waschen in besonders konstruierten Türmen und durch Abkühlung entfernt werden müssen, bevor das Chlorgas zur Chlorkalkfabrikation Verwendung finden kann. Auch ist das so gewonnene Chlor durch Stickstoff verdünnt.

Das reinste Chlor wird auf dem Wege der Elektrolyse von Salzsäure oder von Chloralkalien dargestellt. Namentlich ist die elektrolytische Zersetzung des Chlorkaliums unter gleichzeitiger Gewinnung von Chlor und Kalilauge in jüngster Zeit mehr und mehr in Aufnahme gekommen. Das auf diese Weise dargestellte Chlor ist wegen seiner Reinheit und Konzentration zur Gewinnung flüssigen Chlors besonders geeignet.

2. Chlorkalk. Behufs Gewinnung von Chlorkalk wird staubförmiger, gelöschter und gesiebter Kalk auf dem Boden grosser, geschlossener Kammern ausgebreitet und durch Überleiten von Chlorgas mit diesem gesättigt. Die „Chlorkammern" sind entweder aus aneinander gelöteten Bleiplatten oder aus Granit- oder Sandsteinplatten aufgebaut und gut gedichtet. Das Fabrikat kommt in Holzfässern zur Versendung.

Die in den Chlorkalkfabriken beschäftigten Arbeiter arbeiten meist unter für die Gesundheit sehr ungünstigen Verhältnissen. Die Schädlichkeiten, welchen sie ausgesetzt sind, beruhen auf den nachteiligen Einwirkungen des Chlorgases und des Kalk- wie des Chlorkalkstaubes auf den menschlichen Organismus. Das Chlor[1]) reizt eingeatmet zum Husten und veranlasst bei häufiger Wiederholung der Einatmung Entzündung der Bronchien. Bei fortgesetztem Reiz kann die Lungensubstanz erkranken. In der Verdünnung macht es die Augen thränen. Auf die Haut wirkt es temperaturerhöhend. Aus diesem Grunde sprechen die Arbeiter, welche behufs Entleerung und Beschickung zeitweise in den Chlorkalkkammern arbeiten müssen, von „heissen" Kammern, wenn diese vor dem Betreten nicht hinreichend gelüftet und infolgedessen noch mit Chlorgas erfüllt sind. Längere Einwirkung des Chlors greift die Haut an und kann zu Entzündungen derselben, sowie zu einem heftig juckenden und brennenden Ausschlag führen. Nach Eulenberg[2]) sind leichte Magenkatarrhe und Abnahme des Geruchssinnes beobachtet worden. Einzelne Individuen widerstehen der Einwirkung des Chlors besser, als andere.

In vielen, namentlich in älteren Chlorkalkfabriken erheischen die mangelhaften technischen Einrichtungen das Betreten der Chlorkalkkammern durch diejenigen Arbeiter, welche diese entleeren und mit frischem Kalkhydrat beschicken. Die Arbeiter sind bei dieser Beschäftigung, auch wenn die Kammern vor dem Einsteigen gut gelüftet und das Chlor durch Exhaustoren abgesaugt worden, dem Einfluss dieses Gases ausgesetzt, weil der Chlorkalk beim Umschaufeln Chlor entweichen lässt. Sie schützen sich, so gut es geht, durch Vorbinden nasser Tücher vor Mund und Nase gegen die Einatmung von Chlor und gegen den beim Ausschaufeln entstehenden Chlorkalkstaub. Die englischen Arbeiter benutzen nach Jurisch eine Art Respirator, „Muzzle" genannt, welcher den Mund bedeckt, die Nase aber frei lässt. Derselbe besteht aus etwa 30 Lagen feuchten Flanells. Der geübte Arbeiter zieht den Atem durch den Flanelllappen ein und atmet durch die Nase aus. Wegen der Schwierigkeit des Atem-

[1]) Vergl. Jurisch, Über Gefahren für die Arbeiter in chemischen Fabriken, S. 6. Berlin 1895.

[2]) Eulenberg, Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens. Berlin 1881.

holens durch eine solche mehrere Centimeter dicke Flanellschicht kann der „Muzzle“ von den Arbeitern indessen immer nur für kurze Zeit ertragen werden.

Das vom englischen Parlament s. Z. eingesetzte „Chemical Works Committee of Inquiry“, beantwortete in seinem im Oktober 1893 erstatteten Bericht die Frage: „Welche speziellen Maassregeln sind zu ergreifen, um an bestimmten gefährlichen Betriebsstellen oder Vorrichtungen einen grösseren Schutz für die Arbeiter zu schaffen?“ in Bezug auf Chlorkalkfabriken dahin, dass nötig seien:

1. Freie und gründliche Ventilation in und um die Chlorkalkkammern;

2. Ölen oder Einfetten aller blossen Körperstellen vor Beginn der Arbeit, Benutzung von Schutzbrillen und die Einführung einiger Tropfen Ricinusöl in die Augen, die von Zeit zu Zeit zu wiederholen ist;

3. Von Zeit zu Zeit zu wiederholende Befeuchtung des Flanells mit einer Lösung von Natriumsulfit, um die Wirksamkeit der gegenwärtig üblichen Respiratoren, der sogenannten „Muzzle“, zu erhöhen. (Das Chlorgas verwandelt das Natriumsulfit in Natriumsulfat und geht selbst in Salzsäure über, welche von der Feuchtigkeit des Flanells leichter absorbiert wird, als das Chlorgas.)

Einen besseren Schutz bietet unzweifelhaft die Benutzung einer Rauchkappe, wie sie u. a. in der Chlorkalkfabrik des Salzbergwerks Neu-Stassfurt im Gebrauch ist. Diese wird über den Kopf genommen, und von einem zweiten Arbeiter wird Luft eingepumpt. Hat die durch einen langen Schlauch, welcher die Bewegung nicht hindert, eingeführte Luft auch nur einen kleinen Überdruck, so tritt sie aus allen Öffnungen der Kappe heraus und hindert das spezifisch schwerere Chlor am Eindringen.

Viel zweckmässiger sind indessen die Einrichtungen, welche einige deutsche Fabriken (z, B. die Chemische Fabrik Griesheim und die Elektro-chemischen Werke Bitterfeld) zum Schutze der Arbeiter getroffen haben und welche für neu zu errichtende Chlorkalkfabriken durch die Konzessionsbedinguugen vorgeschrieben werden sollten. In den genannten Fabriken, welche nur elektrolytisch gewonnenes Chlor verarbeiten, sind die Chlorkalkkammern auf einem Unterbau hochgestellt und haben einen freien Raum unter sich. Ausser den Zuführungs- und den seitlichen Öffnungen befindet sich im Boden jeder Kammer eine mit Deckel verschlossene Öffnung. Behufs Entleerung der Kammer, aus welcher zuvor noch mit Hilfe einer gut ziehenden Esse das dieselbe erfüllende Chlorgas abgesaugt worden, wird der Verschlussdeckel von unten nach innen abgehoben, ein mit Teer getränkter weiter Leinwandschlauch unter der Öffnung befestigt und über das darunterstehende, zu füllende Fass

gestülpt. Der Chlorkalk wird alsdann von einer seitlichen Öffnung aus in das Fass gekrückt. Auf diese Weise sind die Arbeiter sowohl gegen Chlor, als auch gegen Chlorkalkstaub geschützt.

In der Fabrik Rhenania zu Stolberg bei Aachen und dem Vernehmen nach auch schon in einigen anderen Fabriken sind in den letzten Jahren kontinuierlich arbeitende, mechanisch betriebene Chlorabsorptionsapparate[1]) (vom Direktor Hasenclever eingeführt) im Gebrauch, welche sich allerdings für Absorption von konzentriertem Chlor, wie es durch Elektrolyse und nach dem Weldon'schen Verfahren gewonnen wird, nicht verwenden lassen sollen. Neben diesem Verfahren sind noch andere mechanische Absorptionsapparate in Vorschlag gebracht, die aber eine Verwendung in der Praxis anscheinend noch nicht gefunden haben.

Zur Absorption des verdünnten Chlorgases, welches nach dem Deacon'schen Verfahren erzeugt wird, sind, soweit nicht mechanische Chlorkalkapparate verwendet werden, die Chlorkalkkammern etwas abweichend konstruiert. Sie sind nach Jurisch aus Schieferplatten zusammengesetzt und bestehen aus einer Reihe übereinander liegender Fächer, welche mit einer dünnen Lage Kalkmilch beschickt werden. Die Kammern werden ebenfalls nicht von den Arbeitern betreten, sondern von aussen bedient. Der Chlorkalk wird mittels Rechen in einen Trichter gestossen und fällt aus diesem in die untergestellten Fässer.

Ausser den Chlorkalkkammer-Arbeitern können auch diejenigen Arbeiter unter der Einwirkung von Chlor leiden, welche sich in der Nähe der Chlorentwickler, der Chlorleitungen und in den Zersetzungsräumen der elektrochemischen Fabriken aufhalten müssen. In diese Räume entweicht Chlor, wenn die Apparate und Gasleitungen undicht sind. Da eine gute Dichtung der Apparate und die Vermeidung jeden Verlustes an Chlor aber im ökonomischen Interesse des Fabrikanten liegt, wird diese Gefahr nicht häufig auftreten.

Gegen die Wirkung verdünnten Chlorgases soll nach Jurisch gleichzeitiges Einatmen von Ammoniakdämpfen schützen. Jurisch gesteht aber auf Grund seiner in England gewonnenen Erfahrungen selbst zu, dass es misslich sei, den Arbeitern dieses Mittel zu empfehlen. In der Begierde, sich zu helfen, oder aus Ungeschicklichkeit atmen sie leicht zu viel Ammoniak ein und vergrössern das Übel.

Einer anderen Gesundheitsschädigung sind diejenigen Arbeiter der Chlorkalkfabriken ausgesetzt, welche den gebrannten Kalk durch Benetzen mit Wasser ablöschen, den Staub sieben und transportieren und die abgesiebten Stücke mahlen. Praktische Einrichtungen zur Beseitigung

[1]) Näheres siehe in der Zeitschrift: „Chemische Industrie" 1891, S. 193.

dieses Kalkstaubes sind bisher noch nicht bekannt geworden. Das Mahlen und das Sieben des Kalkhydrats kann allenfalls in geschlossenen und staubdichten Apparaten vorgenommen werden, aber gegen den beim Ablöschen des gebrannten Kalks entstehenden Staub können die Arbeiter sich nur durch Respiratoren oder Schwämme schützen. Wenngleich dieser amorphe Staub nicht zu den gefährlichsten Staubarten gehört, so übt er durch seine ätzende Wirkung doch einen Reiz auf die Schleimhäute der Augen, der Nase und des Rachens aus und kann auch Entzündungen der Atmungsorgane hervorrufen.

Gegen die Einwirkung desjenigen Kalkstaubes, welcher beim Beschicken der Chlorkalkkammern entsteht, können die Arbeiter durch eine Einrichtung gesichert werden, wie sie z. B. in Griesheim besteht. Dort wird das Kalkhydrat in geschlossenen, mit einem Schieber versehenen Kasten an einer über den Chlorkalkkammern befindlichen Hängebahn bis zur Füllöffnung transportiert. Die Kästen werden mit dem Schieber nach unten auf einen passenden Fülltrichter gesetzt und der Schieber gezogen. Das Kalkhydrat fällt, ohne die Arbeiter zu belästigen, in die Kammer hinab.

In den Chlorkalkfabriken sollten Arbeiter, welche besonders empfindlich gegen Chlor oder nicht ganz gesund sind, nicht beschäftigt werden.

3. K a l i u m c h l o r a t o d e r c h l o r s a u r e s K a l i ($KClO_3$). Das Kaliumchlorat wird fabrikmässig durch Umsetzung von Calciumchlorat und Chlorkalium dargestellt [$Ca(ClO_3)_2 + 2KCl = 2KClO_3 + CaCl_2$ (Chlorcalcium)].

Das Calciumchlorat bildet sich, wenn Chlor in erwärmte Kalkmilch eingeleitet wird ($6Ca(HO)_2 + 12Cl = Ca(ClO_3)_2 + 5CaCl_2 + 6H_2O$). Die Umsetzung des Calciumchlorats mit Chlorkalium geschieht meist in eisernen, mit Blei ausgekleideten Zylindern, welche mit Rührwerk versehen sind. Die Lösung wird zur Krystallisation des Kaliumchlorats eingedampft, das sich ausscheidende Salz von der Mutterlauge getrennt und durch Umkrystallisieren gereinigt. Es kommt entweder in Krystallen oder als Krystallmehl in den Handel.

Das Mahlen des Kaliumchlorats ist insofern eine gefährliche Operation, als dieser sehr sauerstoffreiche Körper beim Heisswerden und bei Gegenwart organischer Substanzen, z. B. kleiner Verunreinigungen durch Schmieröl, leicht explodiert und die Kleider der Arbeiter in Brand setzt. Auch fangen mit Chlorat imprägnierte Kleidungsstücke und Papier leicht Feuer oder entzünden sich gar selbst. In den Mahlräumen sollten daher immer grössere mit Wasser gefüllte Gefässe stehen, in welche die Arbeiter hineinspringen und sich ablöschen können. Ferner sind die Arbeiter gegen den beim Mahlen und Sieben entstehenden Chloratstaub zu schützen.

Die englische Parlamentskommission empfiehlt folgende Vorsichtsmaass-

regeln: Ausreichende Ventilation im Dache des Mahlraumes; elektrische Beleuchtung, wo sie anzubringen ist; Benutzung von Talg oder einer Substanz von ähnlicher Beschaffenheit als Schmiermittel statt des Öls. Die Arbeiter sollen im Mahlraum über ihren Kleidern Staubhemden tragen. Bereithaltung von Bädern.

Die oben genannten Anlagen sind als chemische Fabriken gemäss § 16 der Gewerbeordnung konzessionspflichtig. Bei der Prüfung der Genehmigungsgesuche ist zu berücksichtigen: 1. dass aus dem Betriebe die oben geschilderten Gesundheitsgefahren für die Arbeiter erwachsen können; 2. dass auch bei gut eingerichteten Chlorkalkfabriken zeitweise Exhalationen von Chlorgas, welche eine zu nahe Nachbarschaft belästigen würden, unvermeidlich sind; 3. dass in den Fabriken, welche nach dem Weldon'schen Verfahren arbeiten, bei der Regeneration des Mangansuperoxyds aus den Manganchlorürlaugen Chlorcalciumlaugen entstehen, welche so beseitigt werden müssen, dass sie für die Nachbarschaft und das Publikum überhaupt unschädlich werden; 4. dass bei der Darstellung von Chlor aus Salzsäure und Braunstein saure Manganchlorürlösungen, sowie 5. dass bei der Gewinnung des Chlors aus Chlorkalk und Salzsäure saure Chlorcalciumlaugen übrig bleiben. — Chlorkalkfabriken dürfen daher nicht in allzu grosser Nähe bewohnter Häuser errichtet, und der Ort muss so gewählt werden, dass benachbarte Wohnungen nicht in der Richtung des vorherrschenden Windes liegen.

Da sich für die in der chemischen Industrie als Nebenprodukt fallenden grossen Mengen Chlorcalciumlauge bisher noch keine nutzbringende Verwendung gefunden hat, da auch von dem nur mit einem grossen Aufwand von Brennmaterial durchzuführenden Eindampfen der Laugen und dem Aufbewahren der festen Rückstände auf Halden wegen der grossen Löslichkeit des Chlorcalciums in Wasser nicht die Rede sein kann, so bleibt für die Beseitigung der Chlorcalciumabfälle nur die Ableitung in die Flussläufe oder die Verrieselung übrig. Die Abführung der Chlorcalciumlaugen in öffentliche Gewässer sollte nur gestattet werden, wenn die Flüsse im Verhältnis zur Menge der zugeführten Laugen hinreichend wasserreich sind, und unter der Bedingung, dass die Laugen ausreichende Verdünnung haben, denn in zu grosser Konzentration wirkt Chlorcalcium im Wasser nicht nur für Menschen und Tiere schädlich, sondern macht das Wasser auch für gewerbliche und landwirtschaftliche Zwecke unbrauchbar.

Dass Manganchlorürlaugen als lästiger Abfall behandelt und weggegossen werden, ist bei dem verhältnismässig hohen Preise der Mangansalze nicht anzunehmen. Sollte das Manganchlorür nicht zu Mangan-

superoxyd regeneriert werden, so wird es in den meisten Anlagen doch wohl auf andere Mangansalze verarbeitet.

Gewinnung des Schwefels und seiner Verbindungen. 1. Schwefel. Der in der Natur in grossen Mengen vorkommende Schwefel ist die Grundlage einer ausgedehnten Industrie. Er findet sich sowohl gediegen als vulkanisches Produkt mit Gips, Thon oder Mergel zusammen, als auch in Verbindung mit Metallen (Kiese, Blenden) und an Sauerstoff gebunden in den schwefelsauren Salzen der Alkalien und der alkalischen Erden (Kainit, Kieserit, Anhydrid, Gips, Cölestin, Schwerspat). Die grössten bekannten Lager gediegenen Schwefels sind in Sizilien und werden bergmännisch abgebaut.

Aus dem reicheren Gestein des dort geförderten Rohmaterials wird der Schwefel durch Ausschmelzen in gusseisernen Kesseln oder durch Destillation gewonnen, aus dem ärmeren durch Ausschmelzen in Haufen oder in Schachtöfen. Bei der letzteren Gewinnungsart dient ein Teil des im Gestein enthaltenen Schwefels als Brennmaterial; er verbrennt dabei zu schwefliger Säure. Aus einigen der geschwefelten Erze (Schwefelkies, Kupferkies) wird ein Teil des in ihnen enthaltenen Schwefels durch Destillation aus gusseisernen Retorten, durch Ausschmelzen oder durch Aussaigern mittels Wasserdampfs von 130° C gewonnen. Die Gewinnung von Schwefel aus den schwefelsauren Salzen ist so umständlich und unökonomisch, dass sie gar nicht in Betracht kommt, es sei denn, dass aus ihnen andere Produkte (z. B. Strontian aus dem Cölestin) und der Schwefel nur als Nebenprodukt dargestellt werden.

Ausser dem natürlichen Vorkommen giebt es auch Abfälle der Industrie, welche eine Quelle für die Schwefelgewinnung sind. Zu diesen gehören: 1. die Gasreinigungs- oder sogenannte Laming'sche Masse der Gasanstalten; 2. die Rückstände derjenigen Soda- und Pottaschefabriken, welche nach dem Leblanc'schen Verfahren arbeiten; 3. das Schwefelwasserstoffgas, welches sich bei der Verarbeitung des Gaswassers auf Ammoniaksalze entwickelt; 4. schweflige Säure.

Aus der Gasreinigungsmasse wird der Schwefel, wie z. B. in der Fabrik von Kuhnheim in Nieder-Schönweide bei Cöpenick, mittels Schwefelkohlenstoffs ausgezogen und von diesem durch Abdestillieren des leichtflüchtigen Lösungsmittels getrennt.

In den Soda- und Pottascherückständen ist der Schwefel meist als unlösliches Schwefelcalcium enthalten (etwa 37—39%, entsprechend 16—18% Schwefel). Diese Rückstände werden in grossen Haufen aufgeschüttet und einem langsamen Oxydationsprozess an der Luft ausgesetzt. Hierbei geht das Schwefelcalcium oder Calciumsulfurat in Polysulfurate und in thioschwefelsaure Salze über, welche löslich sind und ausgelaugt werden. Beim Ansäuern dieser Laugen mit Säuren (z. B. mit Salzsäure) fällt Schwefel in fein verteiltem Zustande aus. Nach Trennung des ausgeschiedenen Schwefels von der Chlorcalciumlauge wird er mit Wasser angerührt und in einem geschlossenen Gefäss durch Einleiten von Wasserdampf bei $1^3/_4$ Atmosphären Überdruck geschmolzen, abgelassen und in Formen gegossen.

Dieses Verfahren ist in einigen Fabriken modifiziert[1]), von einer Aufzählung der anderen Gewinnungsmethoden kann im Hinblick auf den Zweck dieses Buches hier aber abgesehen werden.

[1]) Siehe z. B. R. v. Wagner, Handbuch der chemischen Technologie.

Bei der Verarbeitung des Gaswassers auf Ammoniaksalze[1]) werden erhebliche Mengen Schwefelwasserstoff frei, welche auf unschädliche Weise beseitigt werden müssen, wenn sie nicht die Gesundheit der Arbeiter gefährden und die Nachbarschaft verpesten sollen. Dies kann auf verschiedene Weise erreicht werden. Entweder wird $^1/_3$ des Schwefelwasserstoffs verbrannt und die hierbei entstehende schweflige Säure mit dem Rest des Gases zusammen in feuchte Kammern geleitet, oder es wird das Schwefelwasserstoffgas bei geeigneter Temperatur mit der zur Zersetzung erforderlichen Menge Luft zusammengebracht. In beiden Fällen scheidet sich Schwefel aus.

Dasselbe geschieht, wenn man Schwefelwasserstoffgas in Wasser leitet, in welchem Eisenoxydhydrat suspendiert gehalten wird. Hierbei wird des Eisenoxydhydrat reduziert, durch Einblasen von Luft aber wieder regeneriert.

Wird Schwefligsäuregas über glühende Kohlen geleitet, so zersetzt es sich unter Ausscheidung von Schwefel.

Der Schwefel in festem, kompaktem Zustande ist ungiftig und, abgesehen von seiner leichten Entzündlichkeit (260° C), ungefährlich. Aber sowohl der Schwefelstaub (Schwefelblumen), als auch Schwefeldämpfe (Siedepunkt 440° C) wirken nach Eulenberg[2]) „heftig reizend auf die Augen ein und können Augenentzündungen, die sich bis zur Blennorrhoe steigern, hervorrufen." „Längere Einwirkung kann eine Konjunktivitis mit starkem Thränenfluss, grosser Lichtscheu der Augen und intensivem Schmerzgefühl in der Stirngegend zur Folge haben." Flüssiger Schwefel (Schmelzpunkt 111,5° C) erzeugt auf der Haut unangenehme, schmerzende Wunden.

Bei Konzessionierung von Fabriken, welche Schwefel nach dem oben angedeuteten Verfahren auf chemischem Wege gewinnen wollen, wird zu berücksichtigen sein, dass die Extraktion des Schwefels mit Schwefelkohlenstoff und die Trennung beider sehr feuergefährliche Arbeiten sind, bei welchen es zu Explosionen kommen kann, dass bei der Gewinnung des Schwefels aus Sodarückständen grössere Mengen[3]) Chlorcalciumlauge entstehen, welche unschädlich beseitigt werden müssen, und dass sowohl Schwefelwasserstoff, als auch schweflige Säure Gase sind, welche nicht nur die Arbeiter gefährden, sondern auch der Nachbarschaft sehr unbequem werden können.

2. Schweflige Säure oder Schwefeldioxyd. Von viel grösserem Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter sind die Verbindungen des

[1]) Siehe später: Ammoniak u. s. w. S. 858.

[2]) Eulenberg, Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens. Berlin 1881.

[3]) Vergl. Fabrikation von Chlor, Chlorkalk und Kaliumchlorat.

Schwefels, in erster Reihe die schweflige Säure oder richtiger das Schwefeldioxyd (SO_2).

Schweflige Säure bildet sich nicht nur häufig da, wo man es nicht wünscht, als lästiges Nebenprodukt, sondern wird auch in der chemischen Grossindustrie zwecks Gewinnung von Schwefelsäure in Hunderten von Hütten und Fabriken dargestellt. Sie entsteht beim Verbrennen von Schwefel (Schwefeln des Hopfens), beim Ab- oder Blaubrennen des Ultramarins, beim Erhitzen gewisser schwefelsaurer Salze (schwefelsaurer Metalloxyde, $ZnSO_4 = ZnO + SO_2 + O$), beim Glühen von Kieserit ($MgSO_4$) mit Kohle, bei Herstellung des gewöhnlichen Glases aus Sulfat, Kieselsäure und Kohle ($Na_2SO_4 + SiO_2 + C = Na_2SiO_3 + SO_2 + CO$), beim Aufschliessen von Phosphoriten mittels Schwefelsäure und beim Erwärmen gewisser Metalle mit Schwefelsäure ($Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$).

In sehr bedeutenden Massen wird schweflige Säure beim Rösten von Erzen (Zinkblende) und Hüttenerzeugnissen als Nebenprodukt, aber auch zwecks Darstellung der Schwefelsäure durch Rösten von Schwefel- und Kupferkies und vereinzelt auch durch Verbrennen von Schwefel erzeugt. Die Erze werden zu diesem Zweck in Röstöfen (Kiesbrennern) verschiedener Konstruktion abgeröstet.

In jüngster Zeit kommt das Schwefeldioxyd auch als „flüssige schweflige Säure" in eisernen, auf starken Druck geprüften Gefässen in den Handel. Das Gas, welches als Nebenprodukt beim Abrösten von Zinkblende entsteht, wird behufs Unschädlichmachung auf einigen Zinkhütten durch Kompression und Abkühlung verflüssigt.

Über die Wirkungen, welche die schweflige Säure auf den menschlichen Organismus ausübt, ist im I. Theil dieses Handbuches, S. 103, berichtet. Hier sei noch bemerkt, dass die schweflige Säure auch auf die Vegetation nachteilig einwirkt, so dass z. B. der Baumwuchs — Laubbäume mehr, Nadelhölzer weniger — in der Nähe von Hütten, welche geschwefelte Erze rösten, stark leidet und unter Wind meist verkümmert. (Vergl. auch Abschn. XI, S. 725.)

Hier interessiert besonders die schweflige Säure, welche als zum Teil sehr lästiges Nebenprodukt im Verlaufe einzelner chemischer Prozesse auftritt. Gegen die Einwirkung derselben sind die Arbeiter nur dadurch zu schützen, dass man das Eintreten des Gases in die Arbeitsräume verhindert oder, wenn dies nicht zu verhüten ist, für ausgiebige Ventilation derselben sorgt.

Vollziehen sich die Prozesse, bei welchen schweflige Säure frei wird, in geschlossenen Gefässen, so kann das Gas leicht abgefangen und vollständig absorbiert oder oxydiert werden. Geeignete Absorptionsmittel sind die Alkalien und ihre Karbonate, sowie die alkalischen Erden. Stehen die Apparate unter einem Überdruck, so leitet man die schweflige Säure in Lösungen der genannten Körper, ist ein Überdruck nicht vorhanden, so führt man das Gas in hinreichend hohe Türme ein, in welchen die Absorptionsmittel — in der Regel Kalkmilch — in feiner Verteilung herabrieseln (Kokstürme).

Einige Metalloxyde, z. B. Eisenoxydhydrat, oxydieren schweflige Säure. Kleinere Mengen der letzteren leitet man daher zweckmässig in Wasser, in welchem Eisenoxydhydrad suspendiert ist, oder man führt sie durch flache Kästen, in welchen das befeuchtete Oxyd mit grosser Oberfläche ausgebreitet ist. Grössere Mengen schwefliger Säure wird man da, wo eine Schwefelsäurefabrik zur Verfügung steht, zweckmässig durch Salpetersäure oxydieren, indem man das Gas in die Bleikammern einführt und dasselbe so gleichzeitig für die Schwefelsäurefabrikation nutzbar macht.

Bei der Fabrikation flüssiger schwefliger Säure ist darauf zu achten, dass das Gas vor der Kompression vollständig getrocknet wird. Bei Anwesenheit auch nur geringer Mengen Feuchtigkeit wird das Eisen der Kompressionspumpen und der Transportgefässe angegriffen. Auf diese Weise können nicht nur Undichtigkeiten entstehen, durch welche Gas in die Umgebung entweicht, sondern die Gefässwandung kann auch so geschwächt werden, dass ein Bruch der Transportzylinder erfolgt.

Als Indikator für die Anwesenheit schwefliger Säure in der Luft genügt meist der Geruch, im übrigen werden auch sehr geringe Spuren des Gases nachgewiesen, wenn man ein grösseres Volumen der Luft durch einige Kubikcentimeter einer sehr dünnen Lösung von Jod in Jodkalium hindurchsaugt. Die schwachgelb oder durch Zusatz von Stärke blau gefärbte Jodlösung wird durch schweflige Säure farblos.

3. Schwefelsäure ($H_2SO_4 + x\,H_2O$). Die bei weitem grösste Menge der im Grossbetriebe erzeugten schwefligen Säure wird zur Fabrikation von Schwefelsäure verwendet.

Die Schwefelsäure kommt zwar in ausserordentlichen Mengen in Form von Sulfaten in der Natur vor, sie kann indess aus diesen entweder gar nicht oder nur schwer, jedenfalls nicht auf ökonomische Weise gewonnen werden. Fabrikmässig wird die Schwefelsäure lediglich durch Oxydation von schwefliger Säure mittels Salpetersäure, durch den sogenannten Bleikammerprozess dargestellt, welcher in besseren Fabriken zur Zeit in einer Vollkommenheit durchgebildet ist, dass er sowohl in wirtschaftlicher als auch in hygienischer Beziehung kaum etwas zu wünschen lässt. Der Fabrikationsprozess ist in grossen Zügen etwa folgender: [1])

Die zur Fabrikation notwendige schweflige Säure wird nur noch in Ausnahmefällen durch Verbrennen von Schwefel, sonst allgemein durch Rösten geschwefelter Erze (Blenden und Kiese) erzeugt. Das Rösten geschieht in geschlossenen Öfen, deren Arbeitsöffnungen während des Betriebes durch Thüren geschlossen sind. Die Röstöfen (auch Kiesbrenner genannt) werden nur durch die Verbrennungswärme des Schwefels

[1]) Näheres in den Handbüchern der chemischen Technologie von R. v. Wagner u. a.

geheizt. — Die mit überschüssiger Luft und mit Stickstoff gemischten Röstgase werden, nachdem sie etwas abgekühlt sind, in ein System sogenannter Bleikammern eingeleitet und kommen dort bei mässiger, genau zu regulierender Temperatur mit Salpetersäure- und mit Wasserdämpfen in Berührung, wobei sie sich auf Kosten der Salpetersäure und des Wassers zu Schwefelsäure oxydieren, die Salpetersäure aber zu salpetriger Säure und Untersalpetersäure (sogenannte „nitröse Gase") reduzieren.

Von den nitrösen Gasen wird ein erheblicher Teil von den aus den Kammern austretenden Gasen (nicht verbrauchte Luft und Stickstoff) mitgeführt. Damit diese wertvollen und für Menschen und Vegetation ausserordentlich schädlichen nitrösen Gase nicht in die Atmosphäre entweichen und verloren gehen, werden sie in einem mit Koks angefüllten Absorptionsturm (Gay-Lussac) aufgefangen, welcher am Ende des Kammersystems angebracht ist. In dem „Gay-Lussac" rieselt in möglichst gleichmässiger Verteilung Schwefelsäure herunter, welche aus den in die Höhe steigenden Gasen die nitrösen Gase herauslöst. Die aus dem Gay-Lussac abfliessende Säure, Nitrose genannt, wird behufs Wiedergewinnung der Stickstoffverbindungen in dem Glover-Turm denitriert. Dieser Apparat erfüllt gleichzeitig verschiedene Zwecke: er dient sowohl zur Denitrierung der Nitrose, als auch zur Kühlung der aus den Röstöfen kommenden Röstgase und zur Konzentration von Schwefelsäure. — Der Glover ist gitterartig mit Chamottesteinen oder mit Koksstücken ausgesetzt, welche Füllung mit der oben durch ein Segnersches Rad verteilten Nitrose berieselt wird. Indem die heissen Röstgase diesen Turm durchziehen, werden sie gekühlt; die von ihnen abgegebene Wärme konzentriert die herunterrieselnde Schwefelsäure, indem sie Wasser verdampft, und dieser Wasserdampf zersetzt wieder unter Mitwirkung der schwefligen Säure die Nitrose, eine Auflösung von Nitrosulfonsäure (SO_2, $OH\,NO_2$) in Schwefelsäure, nach folgender Gleichung:
$2\,SO_2\,OH\,NO_2 + SO_2 + 2\,H_2O = 3\,H_2SO_4 + 2\,NO$.

Die für den Bleikammerbetrieb erforderliche Menge nitröser Dämpfe wird nach Jurisch in Deutschland gewöhnlich in Form von Salpetersäure zugeführt, welche man in Kaskadenapparaten im Innern der ersten Bleikammer zersetzt; in England wird Salpeter in „Salpetertrögen" dem Strom der glühenden Röstgase ausgesetzt und dadurch zersetzt. Ökonomisch vorteilhaft ist nach Jurisch auch die Erzeugung der nitrösen Dämpfe in besonderen, mit Kohle geheizten Salpeteröfen.

Die schädlichen Einflüsse, welche diese Fabrikation auf die Gesundheit der Arbeiter ausüben kann, sind auf das Einatmen 1) von schwefliger Säure, 2) von nitrösen Gasen und 3) von Schwefelsäuredämpfen zurückzuführen. Über die Einwirkung der schwefligen Säure auf den Organismus ist schon berichtet worden. Hinsichtlich der nachteiligen Folgen der Einatmung von Salpetersäure und anderen Oxydationsstufen des Stickstoffs sei auf den I. Teil dieses Handbuches, Seite 105 verwiesen. Die giftigen Eigenschaften der Schwefelsäure beruhen teils auf ihrer ätzenden Wirkung als starker Säure, teils auf der Wasserentziehung der konzentrierten Säure. Dampfförmige Schwefelsäure, welche sich bisweilen in der Luft derjenigen Räume findet, in denen die „Kammersäure" in Bleipfannen und Platinapparaten konzentriert wird, wirkt nach Eulenberg verhältnismässig wenig zerstörend auf den tierischen Organismus ein, „weil die an der Oberfläche der Organe befindlichen wässerigen Flüssigkeiten eine grosse Verdünnung der Säure herbeiführen." Die Schleim-

häute der Nase und des Kehlkopfs werden nach anderen indessen heftig gereizt, auch leiden die Zähne derjenigen Arbeiter, welche die Säure einatmen, beträchtlich, indem namentlich die innere Zahnsubstanz erweicht. Jurisch berichtet über einen Arbeiter (in England) von $22^1/_2$ Jahren, welcher nach siebenjähriger Thätigkeit in Schwefelfabriken keine Zähne mehr besass.

In Anlagen mit Öfen älterer Konstruktion ist das Ausströmen von schwefliger Säure bei geöffneten Arbeitsöffnungen kaum zu vermeiden. Der Übelstand kann aber durch guten Zug in den Öfen sehr gemildert werden. Um solchen herzustellen, kann man nach Jurisch die Röstgase mit Umgehung des Glovers, aber mit entsprechender Kühlung, direkt in die erste Kammer leiten, indem man einen Schieber in dem zu diesem Zweck vorhandenen Kanal herauszieht. In einigen deutschen Fabriken stehen die Rostöfen mit einer gutziehenden Esse in Verbindung und sind durch einen Schieber gegen diese abgesperrt. Für die kurze Zeit des Entleerens und Beschickens der Öfen wird der Schieber gezogen und dadurch der Zug verstärkt. Diese Einrichtung schützt die vor dem Ofen hantierenden Arbeiter vorzüglich. Die neueste Art von Kiesbrennern in Deutschland arbeitet ohne jeden Verlust an schwefliger Säure. Bei einem solchen neueren System stehen die Bleikammen mehr als 5 m höher als die Öfen, und alle Verbindungen und Thüren haben gegen früher erheblich grössere Querschnitte, die Arbeitsthüren der Öfen hingegen nur sehr kleine Abmessungen.

In England schützen sich die Arbeiter nach Jurisch „gegen das Einatmen von schwefliger Säure, indem sie einen wollenen Lappen zwischen die Zähne nehmen und den Atem dadurch einziehen.“ Jurisch empfiehlt häufiges Auswaschen dieser Lappen, zuerst mit Wasser, dann mit Sodalauge. Dasselbe, nämlich Neutralisation der eingesogenen Säure, dürfte erreicht werden, wenn man die Lappen mit einer Boraxlösung, anstatt mit der stark ätzenden Sodalauge tränkt.

Der Einatmung nitröser Gase sind die Arbeiter in den älteren Fabriken täglich mehrere Male ausgesetzt, wenn sie den zur Zersetzung bestimmten Salpeter in die Öfen einbringen und schadhafte Salpetertöpfe auswechseln müssen. Diese Betriebsart sollte nach Jurisch gesetzlich verboten werden, da die hygienisch besseren Methoden, Erzeugung nitröser Gase in Kaskadenapparaten und in besonderen Salpeteröfen, ökonomisch dasselbe leisten.

Während die Arbeiter bei Überwachung des regelmässigen Kammerbetriebes nicht gefährdet sind, drohen ihnen beim Reinigen ausser Betrieb gestellter Systeme bei ungenügender Vor- und Aufsicht recht erhebliche Gefahren. Die „Berichte über die Verwaltung der Berufsgenossenschaft

der chemischen Industrie" und auch diejenigen der Gewerbeaufsichtsbeamten berichten mehrfach über schwere Erkrankungen und plötzliche Todesfälle, welche dadurch herbeigeführt worden sind, dass Arbeiter zum Zweck der Reinigung in vorher nicht genügend gelüftete Bleikammern und Gay-Lussac-Türme eingestiegen sind. Die nitrösen Gase entwickeln sich häufig plötzlich beim Aufrühren des am Boden befindlichen Schlammes. Die Schwere und Häufigkeit der Vergiftungen durch nitröse Gase hat die Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie veranlasst, besondere Unfall-Verhütungs-Vorschriften für das Auspacken von Gay-Lussac-Türmen zu erlassen.[1])

Es sei hier noch darauf hingewiesen, dass die ,,Nitrose" beim Verdünnen mit Wasser mit einer Heftigkeit dicke, rote Dämpfe von Untersalpetersäure entweichen lässt, welche den nicht vorbereiteten Arbeiter überraschen und schwer schädigen können. Die Arbeiter sollten angesichts der Giftigkeit nitröser Gase auch auf diese Gefahr hingewiesen werden.

Wie schon bemerkt, leiden die Arbeiter bei der Konzentration der Kammersäure bisweilen unter Schwefelsäuredämpfen. Diesem Übelstande ist nur durch dichte Apparate vorzubeugen und durch ausreichende Ventilation abzuhelfen.

Zum Schluss sei noch auf eine Gefahr aufmerksam gemacht, welcher die mit dem Bau der Bleikammern betrauten Arbeiter ausgesetzt sein können. Diese Apparate, in denen der Schwefelsäurebildungsprozess sich vollzieht, sind aus Blei, dem gegen die Schwefelsäure widerstandsfähigsten der unedlen Metalle, und zwar aus Blechen, welche an Holzgerüsten befestigt werden, erbaut. Die Bleibleche werden mittels einer Wasserstoffflamme zusammengeschweisst. Der Wasserstoff wird gewöhnlich aus Zink und Schwefelsäure dargestellt und der Lötrohrflamme mittels langer Gummischläuche zugeführt. Wird nun zur Entwickelung des Wasserstoffs nicht arsenfreie Schwefelsäure — (die nicht besonders gereinigte, gewöhnliche Schwefelsäure ist dies fast nie) — und arsenfreies Zink verwendet, so bildet sich neben Wasserstoff das sehr giftige Arsenwasserstoffgas. Ein Teil desselben diffundiert nebst Wasserstoff durch die Gummischläuche und durch kleine Undichtigkeiten der Entwickelungsapparate hindurch in die den Löter umgebende Atmosphäre, der andere Teil verbrennt zu arseniger Säure. Beide Gifte sind, wenn auch nur in kleinen Mengen eingeatmet, dem Löter schädlich, weil er ihrer Einwirkung längere Zeit ausgesetzt ist. Die Bleilöter bedürfen nämlich zu ihrer Arbeit einer besonderen Geschicklichkeit und Erfahrung und werden daher nur selten gewechselt.

[1]) Reichs-Anzeiger vom 27. November 1893, No. 283.

Abgesehen von den Nachteilen, welche das Entweichen von schwefliger Säure auf die Umgebung der Fabrik haben kann, sind weitere Schäden für diese von Schwefelsäurefabriken nicht zu befürchten. Für vollständige Absorption der nitrösen Gase müssen die Fabriken im Interesse der Rentabilität der Fabrikation Sorge tragen. Andere Exhalationen, sowie feste und flüssige Abgänge haben diese Fabriken nicht. Das Röstgut geht nur vorübergehend auf die Halde und wird in den Hütten und Hochofenwerken weiter verarbeitet.

4. Schwefelsäuremonohydrat (H_2SO_4). Das Schwefelsäuremonohydrat krystallisiert aus konzentrierter Schwefelsäure aus, wenn diese auf — 22° C abgekühlt wird. Die an der Luft schnell zerfliessenden, weissen Krystalle werden durch Zentrifugieren von der noch flüssigen Säure getrennt. Die Fabrikation birgt, abgesehen von Verbrennungen mit der Säure, welche sich die Arbeiter bei Unachtsamkeit zuziehen können, keine Gesundheitsgefahren in sich.

5. Schwefelsäureanhydrid (SO_3). Die ältere Methode der Darstellung von Schwefelsäureanhydrid aus Ferrisulfat und aus sauren Sulfaten ist z. Z. verlassen. Das in den Handel gebrachte Anhydrid wird durch Oxydation von schwefliger Säure mittels Sauerstoffs dargestellt, indem das Gemisch beider Gase über fein verteiltes, auf etwa 450—500° C erhitztes Platin geleitet wird. Auch bei dieser Fabrikation sind ausser den Schädigungen, welche durch die im Betriebe verwendete schweflige Säure herbeigeführt werden können, ihm eigentümliche Gesundheitsgefahren noch nicht beobachtet worden.

6. Schwefelwasserstoff (H_2S). Für industrielle Zwecke wird Schwefelwasserstoff wohl nur selten und dann auch nur in kleinem Umfange dargestellt. Dagegen tritt dieses Gas in einer Anzahl von Grossbetrieben, z. B. bei Aufarbeitung der Sodarückstände, als meist sehr lästiges Nebenprodukt auf, für dessen Unschädlichmachung seiner giftigen Eigenschaften wegen (vergl. Abschn. I, Seite 104) häufig mit Aufwendung grosser Kosten Sorge getragen werden muss. Hinsichtlich der Mittel zu seiner Beseitigung sei auf das, was unter „Schwefel" gesagt worden ist, verwiesen, denn die Zerstörung des Schwefelwasserstoffs geht mit einer Ausscheidung von Schwefel Hand in Hand.

7. Schwefelkohlenstoff (CS_2). Der Schwefelkohlenstoff findet eine ausgedehnte Anwendung in der Industrie, so z. B. beim Vulkanisieren des Kautschuks, zum Extrahieren von Fetten und Ölen, zur Extraktion des Schwefels aus Gasreinigungsmasse u. s. w. Zur Deckung des Bedarfs werden umfangreiche Fabriken betrieben, deren Einrichtungen mit Rücksicht auf die leichte Entzündlichkeit des Fabrikats mit besonderer

Vorsicht auszuführen sind und deren Betrieb mit grosser Sorgfalt geleitet werden muss.

Schwefelkohlenstoff bildet sich, wenn Schwefeldämpfe über glühende Kohlen geleitet werden.[1]) Die Dämpfe werden durch Abkühlung kondensiert und die Flüssigkeit behufs Reinigung nochmals destilliert. Der Schwefelkohlenstoff ist eine farblose Flüssigkeit, welche schon bei 46,5° C siedet. Gemische von Schwefelkohlenstoffdämpfen und Luft im geeigneten Verhältnis (3 Teile Sauerstoff auf 1 Teil Schwefelkohlenstoff) explodieren mit grosser Heftigkeit, wenn sie mit einer Flamme oder einem Funken in Berührung kommen. Über die giftigen Eigenschaften des Schwefelkohlenstoffs vergl. Abschnitt I, S. 112.

Zur Verhütung von Vergiftungen und Unfällen ist es unumgänglich notwendig, dass die Arbeiter im Betriebe immer wieder auf die schweren, ihnen drohenden Gefahren hingewiesen und in ihrem Thun und Lassen streng überwacht werden.

Ein Ansammeln von Schwefelkohlenstoffdämpfen in den Arbeitsräumen wird ohne kräftige Ventilation niemals ganz zu verhüten sein, da es ausserordentlich schwer ist, Apparate, Rohrleitungen und Sammelgefässe so zu dichten, dass sie keine Dämpfe entweichen lassen. Die Kondensations- und Destillierräume dürfen niemals mit offenem Licht betreten, sondern müssen entweder von aussen oder durch elektrische, mit Schutzglocken versehene Glühlampen erleuchtet werden. Selbst Sicherheitslampen gewähren keinen Schutz, da nach den Versuchen von Kämmerer und Oppler (s. S. 839) der Schwefelkohlenstoffdampf sich auch an denjenigen Sicherheitslampen entzündet, welche sich bei allen übrigen explosiven Gasgemischen als sicher bewährt haben.

Nach dem Vorschlage der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie soll das Kondensationshaus nur durch eine einzige Thür zugänglich gemacht, der Schlüssel zu dieser dem verantwortlichen Werkmeister ausgehändigt und der Raum von Arbeitern nur in dessen Beisein, jedenfalls aber immer nur von zwei Personen gleichzeitig betreten werden. Bei Reinigungsarbeiten ist stets der Werkmeister hinzuzuziehen und die Reinigung von Destillierblasen nur unter Wasser und nach vorhergegangener Lüftung der Apparate vorzunehmen. Die geschilderten Fährlichkeiten geben einen Anhalt für die Aufstellung von Bedingungen bei Genehmigung von Schwefelkohlenstofffabriken.

Ähnliche Gefahren bestehen natürlich auch für die Arbeiter in denjenigen Anlagen, in welchen Schwefelkohlenstoff verwendet wird.

8. Chlorschwefel (S_2Cl_2). Der Chlorschwefel findet in Gummi-

[1]) Ausführliches bei R. v. Wagner, Handbuch der chemischen Technologie.

waarenfabriken zum Vulkanisieren (z. B. von Schweissblättern) Verwendung. In Berührung mit Wasser und der Luftfeuchtigkeit zersetzt er sich unter Bildung von Salzsäuredämpfen (vergl. Abschn. I, S. 102), welche die Arbeiter gefährden. Die Arbeiten mit Chlorschwefel sollten daher immer nur unter gut ziehenden Digestorien vorgenommen und die vor diesen stehenden Arbeiter durch Glasfenster gegen die Dämpfe geschützt werden.

Salpetersäurefabrikation (HNO_3). Die Salpetersäure für technische Zwecke wird lediglich durch Zersetzung von Natronsalpeter (Chilisalpeter, $Na\,NO_3$) mittels Schwefelsäure dargestellt.

Dies geschieht fast ausschliesslich in gusseisernen Retorten, Zylindern, welche zum Teil Böden aus Sandstein haben. Die bei mässiger Temperatur abdestillierende Salpetersäure wird in steinernen Gefässen, deren mehrere hintereinander geschaltet sind, aufgefangen. Als Rückstand in den Retorten bleibt Natriumsulfat. Dieses ist je nach der Menge der zur Zersetzung verwendeten Schwefelsäure entweder saures ($Na\,HSO_4$) oder neutrales Natriumsulfat (Na_2SO_4). Ersteres ist bei der in den Retorten herrschenden Temperatur flüssig und kann nach Beendigung der Operation flüssig aus diesen abgezogen werden; letzteres ist ein festes Salz, welches erst nach dem Erkalten der Retorten in Stücken ausgebrochen werden kann.

Die Dauer der einzelnen Destillationen ist nicht gleich, sondern auch bei gleichgrossen Retorten mit gleicher Füllung um Stunden verschieden. Das Abdestillieren und die Entleerung einer Retorte mit einer Beschickung von etwa 10 Zentner Natronsalpeter nimmt, wenn auf saures Natriumsulfat gearbeitet wird, etwa 20—30 Stunden, wenn neutrales Sulfat gewonnen wird, etwa 60—72 Stunden in Anspruch. Die Zahl der Arbeiter, welche die Apparate bedienen, ist geringer als die Zahl der Retorten. Deshalb können die Retorten nicht alle gleichzeitig, sondern müssen nacheinander in und ausser Betrieb gesetzt werden. Aus diesen Gründen wird auch in den Salpetersäurefabriken ohne Unterbrechung gearbeitet, trotzdem der Betrieb der einzelnen Retorten kein kontinuierlicher ist.

Die Salpetersäure ist eine starke Säure, welche leicht Sauerstoff abgiebt und sehr viele, namentlich organische Körper oxydiert. Wolle, Haare und ätherische Öle können durch starke Salpetersäure sogar zur Entzündung gebracht werden. Auf der Haut erzeugt sie Brandwunden, welche sehr schwer heilen. Von den Metallen widerstehen nur Gold, Platin, Iridium, Rhodium und Ruthenium ihrer Einwirkung. Über die Einwirkung der Salpetersäure und ihrer Verbindungen auf den menschlichen Organismus vergl. Abschn. I, S. 105.

Die Räume der Salpetersäurefabriken müssen hoch und gross, sowohl durch seitliche Öffnungen (Thüren), als auch durch Firstventilation (Dachreiter) gut gelüftet, die Retorten und Apparate müssen gut gedichtet sein, sollen die Arbeiter gegen die verheerenden Wirkungen der Salpetersäuredämpfe und der übrigen Oxydationsstufen des Stickstoffs geschützt sein. Gute Dichtung der Apparate liegt zwar schon im wirtschaftlichen

Interesse der Fabrik, daher werden die Arbeiter, welche infolge sorgfältiger Bedienung ein grösseres Ausbringen an Fabrikat erzielen, als mindestens vorgeschrieben ist, meist mit Prämien belohnt. Aber Undichtigkeiten, namentlich der Retorten, können auch bei grösster Aufmerksamkeit vorkommen. In solchen Fällen füllen sich, wenn nicht sofort Abhülfe geschaffen wird, die Arbeitsräume mit Salpetersäuredämpfen an, welche entweder die Arbeiter gefährden oder sie an der Reparatur hindern. Aus diesem Grunde ist eine ununterbrochene Bewachung der Apparate und ein in nächster Nähe aufbewahrter Vorrat an dem zum Verschmieren notwendigen Kitt erforderlich. Ausreichende Ventilation ist aber auch schon deshalb nötig, weil beim Entleeren der Retorten Salpetersäuredämpfe entweichen und weil das saure Natriumsulfat, welches beim Herausnehmen aus den Retorten noch heiss ist, Schwefelsäuredämpfe ausströmt.

Da bei der Salpetersäurefabrikation auch niedrigere Oyydationsstufen des Stickstoffs entstehen, welche zum Teil durch die Kondensationsapparate gasförmig hindurchgehen, so muss durch weitere Kondensation oder Absorption für Unschädlichmachung dieser gesorgt werden. Auch bei dem sogenannten Bleichen der rohen Salpetersäure, d. h. beim Erhitzen derselben auf etwa 80—90° C zwecks Entfernung der in ihr enthaltenen Untersalpetersäure, entweichen rote Dämpfe dieser für Menschen, Tiere und Vegetation giftigen Säure. Diese gasförmigen Produkte werden am besten in die Bleikammern der Schwefelsäurefabriken eingeleitet oder, wo solche nicht vorhanden sind, in Kokstürme eingeführt, welche mit Schwefelsäure berieselt werden. (Vergleiche Kapitel „Schwefelsäure" unter „Nitrose".)

Auf die Verpackung der in Glasballons zum Versand kommenden Salpetersäure ist die grösste Sorgfalt zu verwenden, damit die Gefässe nicht zerspringen und Säure auf die Strohverpackung spritzt. Die Ballons sind auch vor der Einwirkung direkten Sonnenlichts zu bewahren, weil dieses Salpetersäure unter Einwirkung von Sauerstoff zersetzt, welches Gas in gut verschlossenen Ballons einen Druck erzeugt und dadurch ein Zerspringen bedingen kann.

Ammoniak und Ammoniaksalze (NH_3, NH_4OH, $[NH_4]_2SO_4$ u. s. w.). Das Ammoniak und seine Salze werden ausser in Steinkohlenkokereien auch in besonderen Fabriken gewonnen, welche, häufig in Verbindung mit Gasanstalten, das Gaswasser dieser verarbeiten. In geringen Mengen bildet es sich auch bei der Fabrikation von Knochenkohle.

Das Gaswasser wird zum Zweck der Gewinnung von Ammoniak und seinen Salzen in Apparaten verschiedener Konstruktion[1]) mit Kalkmilch erhitzt und das überdestil-

[1]) Siehe R. v. Wagner, Handbuch der chemischen Technologie.

lierende Ammoniakgas (NH_3) entweder in Wasser aufgefangen ($NH_3 + H_2O = NH_4OH$) oder mit Säuren, meist mit Schwefelsäure neutralisiert ($2 NH_3 + H_2SO_4 = [NH_4]_2O_4$) und auf Düngesalz verarbeitet, d. h. die Lösung wird bis zur Krystallisation des Ammoniumsulfates eingedampft. Die Apparate sind entweder einfache, liegende Destillierkessel, welche nach jeder Destillation abgelassen und frisch gefüllt werden, oder kontinuierlich arbeitende Apparate. Die letzteren unterscheiden sich wieder in solche, bei welchen der Zufluss des Gaswassers und der Kalkmilch, sowie der Abfluss der Rückstände ununterbrochen erfolgen, und in solche, die in bestimmten Zeitabschnitten mit einer grösseren Menge Gaswasser beschickt werden, welches nacheinander mehrere Behälter des Gesamtapparates durchläuft. Die kontinuierlich arbeitenden Apparate haben mehrwöchentliche Betriebsperioden. Nach jeder Unterbrechung muss eine Reinigung des Apparates vorgenommen werden. Die Reinigung der Ammoniaksalze geschieht entweder durch Umkrystallisieren derselben oder durch Sublimation, wie beim Chlorammonium (NH_4Cl).

Das bei der Herstellung des Leuchtgases und durch trockene Destillation der Steinkohlen gewonnene sogenannte Gaswasser enthält nach König[1]) eine Reihe Ammoniakverbindungen, wie kohlensaures und schwefelsaures Ammonium, Chlor- und Schwefelammonium, ferner unterschwefligsaures Ammonium und Cyanverbindungen, namentlich Rhodanammonium. Durch Erhitzen mit Kalkmilch werden diese Salze unter Bildung von Ammoniak zersetzt. Das Ammoniak destilliert als leicht flüchtiges Gas über, die Säuren werden durch den Kalk gebunden und bleiben im Rückstande.

Über den schädlichen Einfluss des Ammoniaks auf die Gesundheit des Menschen ist im I. Abschnitt, S. 104, dieses Werkes berichtet worden; es bleibt nur übrig, hier noch auf die Schädigungen einzugehen, welche die Fabriken auf die Nachbarschaft ausüben können. Die Exhalationen dieser Anlagen an Ammoniakgas können ausser Betracht bleiben, weil sie bei regelmässigem Betriebe wohl niemals in Konzentrationen auftreten, welche für die Umgebung Schaden bringen können. Anders liegt es hinsichtlich des Schwefelwasserstoffgases, welches im Betriebe frei wird, wenn das durch Schwefelammonium verunreinigte, aus den Destillierapparaten übergehende Ammoniak zwecks Gewinnung von Ammoniaksalzen in Säuren geleitet wird. Die Säuren zersetzen das Schwefelammonium unter Entbindung von Schwefelwasserstoff, welcher aus den Apparaten in die Luft entweicht, wenn er nicht aufgefangen und unschädlich gemacht wird. Über die Art und Weise, wie dies geschehen kann, ist unter „Gewinnung des Schwefels und seiner Verbindungen" das Nähere gesagt. Kleinere Anlagen, welche wegen zu geringer Produktion nicht gut in der Lage sind, besondere Anlagen zur Gewinnung des Schwefels aus Schwefelwasserstoff in Betrieb zu halten, leiten die aus den Absorptionskästen abziehenden Gase zweckmässig durch Reinigungskästen mit Laming'scher Reinigungsmasse, wie sie in den Gasanstalten üblich sind. Hierbei ist aber darauf zu achten, dass der mit dem Schwefelwasserstoff aus den Absorptionskästen entweichende, durch die Reaktionswärme

[1]) J. König, Die Verunreinigung der Gewässer. Berlin 1887.

erzeugte Wasserdampf vorher durch Kondensation entfernt wird, damit er sich nicht erst in den Reinigungskästen verflüssigt und den Gasen den Durchgang versperrt.

Den Schwefelwasserstoff durch Verbrennung zu beseitigen, wie es auch vorkommt, müsste unter allen Umständen verboten werden, da die beim Verbrennen entstehende schweflige Säure nicht mindere Verheerungen in der Umgebung anrichtet, als das Schwefelwasserstoffgas. Es sei denn, dass die erzeugte schweflige Säure in die Bleikammern einer Schwefelsäurefabrik geleitet wird. Die aus den Absorptionskästen abziehenden Gase direkt in die Atmosphäre, wohl gar in die Arbeitsräume entweichen zu lassen, ist absolut unzulässig, um so mehr, als ihnen auch Spuren von giftigen Cyan- und Rhodanverbindungen beigemengt sind.

Die flüssigen und festen Abgänge der Fabrikation, das sind das abgekochte Gaswasser mit seinem Gehalt an gelösten und suspendierten Kalksalzen, sind nach König durch den Gehalt an Schwefel- und Rhodanverbindungen für Tiere und Pflanzen durchaus schädlich; deshalb ist ihre Abführung in öffentliche Wasserläufe nicht zu gestatten. Bei der Verrieselung der flüssigen und bei der Aufspeicherung der festen Abgänge auf Halden ist zu beachten, dass das in den Boden einsickernde Wasser geeignet ist, in der Nähe befindliche Brunnen zu vergiften.

Sulfat- und Salzsäurefabrikation (Na_2SO_4, HCl). Sulfat (Natriumsulfat) und Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure) bilden sich gleichzeitig, wenn Chlornatrium (Kochsalz) mit Schwefelsäure zersetzt wird ($2\,NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\,HCl$).

Die Zersetzung wird entweder in kontinuierlich betriebenen Zersetzungsöfen (Sulfatöfen von Mactear u. a.) oder in Muffelöfen, wohl nur noch selten in Flammöfen vorgenommen. In den kontinuierlich betriebenen Sulfatöfen[1]) befinden sich die Materialien in allen Stadien der Zersetzung, vom unzersetzten Rohmaterial bis zum fertigen Sulfat. In den Muffelöfen geht die Zersetzung in zwei Phasen vor sich. Das Kochsalz wird zunächst durch heisse Schwefelsäure in gusseisernen oder bleiernen Schalen in saures Sulfat ($NaHSO_4$) übergeführt, dieses wird in eine andere Abteilung des Ofens übergeschaufelt und dort fertig kalziniert. Die Abteilung des Ofens, in welcher die Schalen stehen, in denen die eigentliche Zersetzung vor sich geht, wird durch die Abhitze der anderen Abteilung erwärmt, in welcher ein Glühen der Masse stattfindet.

Der Betrieb der Muffelöfen hat sich, obwohl einzelne Chargen bearbeitet werden und obwohl eine Unterbrechung des Nachts wohl möglich wäre, aus wirtschaftlichen Gründen und besonders deshalb ebenfalls zu einem ununterbrochenen gestaltet, weil der Prozess wegen der leichteren und besseren Kondensation der entweichenden Salzsäuredämpfe in zwei Abteilungen des Sulfatofens vor sich geht.

Das fertige Sulfat wird aus den Arbeitsöffnungen des Ofens in die dicht an den Ofen geschobenen Karren gezogen. Das aus den Apparaten entweichende Salzsäuregas

[1]) Siehe R. v. Wagner, Handbuch der chemischen Technologie.

wird in geeigneten Einrichtungen (Bonbonnes, Sandsteinkühlern, Kokstürmen) verdichtet und absorbiert.

Das Sulfat wird in einigen Fabriken auch nach dem Verfahren von Hargreaves hergestellt. Bei diesem wird nicht Schwefelsäure, sondern ein Gemisch von schwefliger Säure, Wasserdampf und Luft zur Zersetzung des Kochsalzes verwendet ($2 NaCl + SO_2 + O + H_2O = Na_2SO_4 + 2 HCl$).

Wie aus Kochsalz und Schwefelsäure Natriumsulfat (in der Technik kurz Sulfat genannt) und Salzsäure dargestellt wird, so wird aus Chlorkalium und Schwefelsäure Kaliumsulfat und Salzsäure gewonnen. Salzsäure wird technisch aber ausserdem noch aus Chlormagnesium, und zwar nach verschiedenen Methoden dargestellt. Nach dem Patent der Vereinigten chemischen Fabriken zu Leopoldshall wird eine Verbindung von Chlormagnesium, Wasser und Magnesia, sogenannter Magnesiazement, in Schachtöfen mit Gasfeuerung erhitzt. Beim Glühen wird das Chlormagnesium des Magnesiazementes in Salzsäure und Magnesia zerlegt. Die Charge wird am unteren, dem Feuer nächsten Ende mürbe, zerbröckelt und fällt allmählich im Ofen nieder, während oben stets frisches Material nachgesetzt wird. Die gebildete Salzsäure entweicht mit den Heizgasen durch seitliche Kanäle und wird in Kokstürmen kondensiert und absorbiert. Die zurückbleibende Magnesia, welche sich auf dem Boden sammelt, wird von Zeit zu Zeit durch unten seitlich angebrachte Arbeitsöffnungen entfernt.

Ein zweites Verfahren der Gewinnung von Salzsäure aus Chlormagnesium gelangt auf dem Salzbergwerk Neu-Stassfurt zur Anwendung. Dort werden Chlormagnesiumlaugen, Abfälle von der Chlorkalium-Gewinnung aus Carnallit, eingedampft und in besonders konstruierten, den Flammöfen ähnlichen Öfen geglüht. Die Öfen, mit Gasfeuerung versehen, haben zwei Abteilungen. In der ersten findet hauptsächlich die Entwickelung der Salzsäure statt; es bildet sich Magnesiazement, welcher in die zweite Abteilung gekrückt und dort vollständig zersetzt wird. Neben der Salzsäure tritt in diesem Falle auch Chlor auf, welches besonders aufgefangen wird.

Die Gewerbekrankheiten, unter welchen die Arbeiter der Sulfatfabriken leiden, sind auf das Einatmen von Salzsäuregas, von Schwefelsäuredämpfen und in den Fabriken, welche nach dem Hargreaves'schen Verfahren arbeiten, auch von schwefliger Säure zurückzuführen. Über die Wirkung der Salzsäure auf den tierischen Organismus und die Vegetation vergl. Abschn. I, Seite 102. Die Schädlichkeiten, welche das Einatmen von Schwefelsäuredämpfen und von schwefliger Säure zur Folge hat, sind bereits besprochen worden (S. 849 ff.).

Salzsäure kann sowohl aus den Sulfatöfen, wie aus den Rohrleitungen und der Kondensation in die Atmosphäre entweichen. Um eine Verbreitung des Gases in die Arbeitsräume und in die Umgebung der Fabrik zu verhüten, müssen die Muffeln, die Rohrleitungen und die Kondensationseinrichtungen einschliesslich des hinter ihnen eingeschalteten Koksturmes dicht sein, und der Turm muss hinreichenden Zug haben, damit ein Überdruck in den Apparaten möglichst verhindert wird. In Griesheim hat der Koksturm die aussergewöhnliche Höhe von 33 m, arbeitet aber auch mit sehr gutem Erfolge. In dieser Fabrik sind ausserdem die Gasfeuerungen für die Sulfatöfen so angelegt, dass die Muffeln unter

einem geringen Überdruck (etwa 1 mm Wassersäule) stehen. Dieser verhindert ein Austreten von Salzsäuregas für den häufig eintretenden Fall, dass die aus Mauerwerk hergestellten Muffeln Risse haben.

In erhöhtem Maasse sind diejenigen Arbeiter gefährdet, welche das fertig kalzinierte Sulfat aus den Öfen herausziehen. Der heissen Masse entströmen, wenn sie nicht unter Aufwand eines Mehr an Kohle sehr stark kalziniert ist, erhebliche Mengen von Salzsäure- und Schwefelsäuredämpfen. Um diese Dämpfe von den Arbeitsplätzen abzusaugen, hatte man nach Jurisch[1]) in Deutschland und Frankreich im Anfang des vorigen Dezenniums zuerst Rauchfänge über den Arbeitsöffnungen der Öfen angebracht, die nach den Kaminen führten. Noch viel wirksamer ist nach Jurisch folgende seit einigen Jahren eingeführte Vorrichtung an den Sulfatöfen:

Die Feuerkanäle unter dem Bett des Sulfatofens sind von der Seite der Arbeitsöffnungen etwas abgerückt, so dass man für Kammern Raum gewinnt, die in der Nähe der Arbeitsöffnungen unter dem Kalzinierbett liegen und durch eine Öffnung von etwa 25 cm im Quadrat im Bett mit dem Kalzinierraum in Verbindung stehen. Diese Öffnung kann durch eine Thonplatte, die leicht zur Seite zu schieben ist, geschlossen werden. Das fertig kalzinierte Sulfat wird nun nicht mehr aus dem Ofen ins Freie, sondern in eine dieser Kammern gezogen. Die sich entwickelnden Gase und Dämpfe gehen mit den Ofengasen zur Kondensation. Die Arbeitsthür braucht hierbei weniger weit geöffnet zu sein als früher. Je nachdem die Gasentwickelung des gezogenen Sulfates nachlässt, kann der Deckel der Sturzöffnung teilweise oder ganz darüber geschoben werden. In der Kammer verbleibt das Sulfat etwa zwei Stunden und kann darin etwas abkühlen, um durch eine vordere Thür nach Bedarf fortgekarrt zu werden, sobald Raum für eine neue Post geschaffen werden muss. Hierbei wird die Belästigung der Arbeiter durch saure Dämpfe gemässigt, jedoch noch nicht ganz beseitigt, wie aus dem 30. Jahresbericht des Oberinspektors der englischen Fabriken für 1893, S. 38 und 52 erhellt. Man schlägt dort vor, in die Höhlungen unter dem Kalzinierbette eiserne Wagen zu schieben, in denen das Sulfat abkühlt, bevor es mit Hilfe derselben fortgeschafft wird. Hierdurch vermeidet man das Hervorschaufeln des immer noch saure Dämpfe ausstossenden Sulfats[2]). Die United Alkali Co. hat ausserdem jeden Sulfatofen noch mit einem besonderen Abzugskanal für Notfälle versehen. Aus der Muffel führt ausser der Gasleitung nach der Kondensation noch eine Öffnung nach einem Abzugskanal, der für gewöhnlich durch einen Schieber abgesperrt ist. Dieser Abzugskanal führt entweder durch einen besonderen kleinen Schornstein direkt ins Freie, oder er ist mit einer kräftig ziehenden Esse verbunden. In allen Fällen, in welchen der Zug nach der Kondensation nicht genügt, um das Entweichen von Dämpfen aus dem Ofen zu verhüten, also z. B. während der Zeit der Inempfangnahme der neuen Post von der Schale und des Ausbreitens derselben auf der Sohle des Ofens, wobei die Arbeitsthür weit geöffnet ist, wird der Schieber in diesem Hülfskanal geöffnet, so dass der Arbeiter weniger zu leiden hat.

Diese Einrichtung der United Alkali Co. hat indes insofern etwas

[1]) a. a. O. S. 26.

[2]) Chemische Industrie 1895, S. 96.

sehr Bedenkliches, als bei Benutzung derselben nicht unerhebliche Mengen Salzsäuregas in die Atmosphäre entweichen, welche sich in der Feuchtigkeit der Luft leicht lösen und im Nebel, Thau und Regen wieder zur Erde niederfallen und die Vegetation schädigen. Die Benutzung darf nur in Gegenden gestattet werden, in denen Nachbarn nicht benachteiligt werden können.

Die Griesheimer chemische Fabrik schützt ihre Sulfatarbeiter beim Ziehen des gut kalzinierten Sulfats dadurch, dass sie das heisse Sulfat in geschlossene, unmittelbar vor den Arbeitsöffnungen befindliche eiserne Kästen krücken und dort abkühlen lässt. Das Sulfat wird erst nach vier Stunden aus diesen Kästen abgekarrt und ist dann so weit erkaltet, dass die damit betrauten Arbeiter weder durch Salzsäuregas noch durch Schwefelsäuredämpfe belästigt werden.

Bei Anwendung mechanischer Sulfatöfen soll das Entweichen von Salzsäuregas nach Jurisch durch stärkere und gleichmässigere Kalzination auf ein Minimum herabgedrückt sein.

Die englischen Sulfatarbeiter schützen sich gegen die sauren Dämpfe dadurch, dass sie einen wollenen Lappen zwischen die Zähne nehmen, um dadurch zu atmen, oder ziehen einen dicken, um den Hals gewundenen wollenen Shawl vor den Mund. Sie haben infolge dieser Maassregel aber sämtlich schlechte Zähne, welche durch die im Speichel sich lösende Salzsäure nach und nach völlig zerstört werden.

Unter den Arbeitern der Salzsäurefabriken in Leopoldshall und Neu-Stassfurt (Salzsäure aus Chlormagnesium) sind besondere Gesundheitsschädigungen amtlich bisher noch nicht ermittelt worden. Sowohl die Schachtöfen als auch die Flammenöfen in Neu-Stassfurt haben Gasfeuerung. Der Zug in den letzteren ist so reguliert, dass im Innern der Öfen ein geringer Unterdruck herrscht. Auch bei geöffneten Arbeitsöffnungen tritt infolgedessen kein Salzsäuregas aus den Öfen aus. Nur beim Ziehen der fertiggebrannten Magnesia tritt etwas von der ihr noch anhaftenden Salzsäure in die hohen und gut gelüfteten Arbeitsräume. Hier dürfte eine ähnliche Einrichtung, wie sie in Griesheim vor den Sulfatöfen getroffen worden ist, am Platze sein.

Da das Arbeiten der Sulfatarbeiter mit einer Rauchmaske wegen der damit verbundenen Unbequemlichkeit und Behinderung ausgeschlossen ist, andere Respiratoren aber mehr schaden als nützen, so ist bei Errichtung von Sulfat- und Salzsäurefabriken lediglich, sowohl aus Rücksicht auf die Arbeiter als auch auf die Umgebung, auf gut ventilierte Räume und zweckmässige Einrichtungen, wie sie oben angedeutet sind, Bedacht zu nehmen. Deren Wirksamkeit kann seitens der Arbeiter durch

Beachtung folgender Regeln, welche für die Arbeiter der United Alkali Co. vorgeschrieben sind, unterstützt werden:

1. Mit dem Einfliessenlassen der Schwefelsäure darf nicht eher begonnen werden, als bis alles Salz, welches die Beschickung bilden soll, eingeworfen und die Thür vorgestellt worden ist.

2. Wenn während des Einfliessens der Schwefelsäure Salzsäuredämpfe aus der Arbeitsöffnung zu entweichen beginnen, muss der Zufluss der Schwefelsäure sofort gemässigt oder, wenn nötig, auf einige Zeit ganz unterbrochen werden.

3. Der Schieber zwischen Schale und Ofen muss so dichtschliessend wie möglich gehalten werden.

4. Während der Arbeit im Ofen müssen alle Thüren, soweit irgend angängig, geschlossen gehalten werden.

Fabrikation der Ätzalkalien (Na HO, KHO). Abgesehen von der Gewinnung der Ätzalkalien durch elektrolytische Zersetzung der Chloralkalien (vergleiche „Fabrikation von Chlor, Chlorkalk und Kaliumchlorat“) werden diese, vornehmlich das Ätznatron, durch Zersetzung der gelösten kohlensauren Alkalien (Soda und Pottasche) mittels Ätzkalks dargestellt ($Na_2CO_3 + Ca(HO)_2 = 2\,NaHO + CaCO_3$). Der sich ausscheidende kohlensaure Kalk wird von der Lauge getrennt, diese in eisernen Kesseln mit direkter Feuerung oder in Vakuumapparaten konzentriert und schliesslich in eisernen Schmelzkesseln geschmolzen.

Der Fabrikation eigentümliche Gewerbekrankheiten gibt es nicht, wohl aber sind die Arbeiter Gesundheitsschädigungen ausgesetzt, welche durch Unfälle herbeigeführt werden. Dergleichen Unfälle sind nicht selten auf das Verspritzen der heissen Laugen und Schmelzen oder darauf zurückzuführen, dass Unachtsame in die Konzentrier- oder Schmelzkessel geraten. Die Arbeiter gegen diese Unfälle zu schützen, ist Sache der Unfallverhütung. Hier sei nur bemerkt, dass die durch heisse Ätzalkalien herbeigeführten Verletzungen sehr bösartig sind, da schon deren konzentrierte Lösungen stark ätzen, geschmolzenes Ätzalkali aber jede organische Substanz, selbst Knochen, Horn, Leder und Holz mit Leichtigkeit zerstört. Es ist ein Fall bekannt, wo ein Arbeiter in einen Schmelzkessel gefallen und nebst Kleidung bis auf die Hufeisen aufgelöst worden ist, welche er an seinen Stiefelabsätzen trug.

Besonders gefährlich sind Augenverletzungen, welche durch umhergeschleudertes Ätzalkali hervorgerufen werden. Zur Verhütung derartiger Unfälle ist das Tragen von Schutzbrillen zu empfehlen. Bei eingetretenen Verletzungen muss das Ätzalkali so eilig wie möglich aus dem Auge ausgewaschen werden. Zu diesem Zwecke bedient man sich mit Erfolg der Spritzflaschen. Nach Jurisch empfiehlt das „Chemical works Committee of Inquiry“ Wasser zum Auswaschen. Nach anderen ist die

Anwendung von Wasser nachteilig, weil dieses das Ätzalkali löst und die Verätzung durch die entstehende Lauge eine ausgedehntere werden kann. In deutschen Fabriken benutzt man eine Lösung von Bleizucker, welche schwach sauer ist und durch Umsetzung das Ätzalkali neutralisiert. — Das Ausspritzen mit schwachen Säuren ist bedenklich, weil bei der Neutralisation der Ätzalkalien mit Säuren Wärme erzeugt und die Verletzung leicht verschlimmert wird. Verbrennungen der Haut durch Ätzalkalien werden am besten mit der schmerzlindernden Leinöl-Kalkwasserseife behandelt, welche man durch Schütteln von gleichen Teilen Leinöl und Kalkwasser bereitet.

Abfälle irgend welcher Art haben die Ätzalkalifabriken ausser dem beim Kaustizieren der Soda ausfallenden und unschädlichen kohlensauren Kalk nicht.

Fabrikation von Blutlaugensalz (Ferrocyankalium oder Kaliumeisencyanür, $K_4 Fe Cy_6 + 3 H_2O$). Das Blutlaugensalz wird entweder aus verkohlten tierischen Abfällen oder aus gesättigter, nicht mehr wirksamer Gasreinigungsmasse dargestellt.

Im ersteren Falle werden die verkohlten Stoffe (Horn, Blut, Wollstaub, Lederabfälle) mit Pottasche in eisernen Kesseln bei hoher Temperatur geschmolzen. Die Schmelze wird ausgelaugt, eingedampft und zur Krystallisation gebracht. Das Salz krystallisiert in grossen, gelben Prismen und heisst gewöhnlich „gelbes Blutlaugensalz".

Die Schmelzöfen[1]), in denen die Schmelzgefässe stehen, werden gewöhnlich, um eine möglichst lange Dauer der Öfen zu erzielen und Brennmaterial zu ersparen, ohne Unterbrechung, auch an Sonntagen, möglichst lange in Betrieb gehalten, trotzdem der Betrieb an sich kein kontinuierlicher ist. (Nur während des Weihnachts-, Oster- und Pfingstfestes müssen Pausen eintreten. Vergl. Bekanntmachung betr. Ausnahmen von dem Verbote der Sonntagsarbeit im Gewerbebetriebe vom 5. Februar 1895. Reichs-Gesetzbl. S. 12.) Die Arbeiter sind infolgedessen gezwungen, neben den üblichen zwölfstündigen, wöchentlich abwechselnden Tag- oder Nachtschichten an jedem zweiten Sonntage eine vierundzwanzigstündige Wechselschicht zu machen.

Die Verarbeitung der Gasreinigungsmasse auf Blutlaugensalz geschieht wohl lediglich auf nassem Wege. Aus der Masse werden zunächst das Ammoniak mit Wasser und der Schwefel mit Schwefelkohlenstoff ausgelaugt. Die Rückstände werden mit trockenem Kalk gemischt und entweder zuerst in geschlossenen Apparaten unter Umrühren erhitzt, wobei Ammoniak frei und aufgefangen wird, oder sie werden nach Zusatz des Kalkes direkt ausgelaugt. In ersterem Falle gewinnt man Ferrocyancalcium ($Ca_2 Fe Cy_6$), in letzterem Ferrocyancalciumammonium ($Ca[NH_4]_2 Fe Cy_6$), welches durch Behandlung mit Ätzkalk in Ferrocyancalcium und Ammoniak übergeht. Die Ferrocyancalciumlauge wird eingedampft und mit so viel Chlorkalium versetzt, dass sich Ferrocyancalciumkalium ($Ca K_2 Fe Cy_6$) bildet. Dieses Doppelsalz scheidet sich aus, wird von der Flüssigkeit getrennt und durch Kochen mit einer Pottaschelösung in Blutlaugensalz übergeführt.

[1]) Siehe R. v. Wagner, Handbuch der chemischen Technologie.

Das gelbe Blutlaugensalz an sich ist nicht giftig, kann, in den Magen gebracht, aber doch giftig wirken, da es sich mit Säuren, auch mit schwachen Säuren bei längerer Einwirkung unter Bildung von Blausäure (HCy) zersetzt. Die Fabrikation des Blutlaugensalzes ist für die Arbeiter nach Eulenberg nicht ganz ungefährlich. Bei der Herstellung der Schmelze entwickeln sich grosse Mengen gas- und dampfförmiger Produkte (u. a. auch Kohlenoxyd), deren nachteilige Wirkung durch einen oft beträchtlichen Gehalt an Cyanverbindungen noch erhöht wird. Die Gefahr einer Einatmung dieser Gase und Dämpfe ist aber bei dem starken Zuge der Öfen sicher nur gering. Eher könnte die Nachbarschaft durch diese in die Atmosphäre entweichenden Gase belästigt werden, sofern sie in den Flammenöfen nicht verbrannt werden sollten.

Weit mehr ist die Gesundheit derjenigen Arbeiter gefährdet, welche die Schmelzen auslaugen und die Lösungen eindampfen. Die Schmelzen enthalten etwas Cyankalium und Cyanammonium, welche in die Laugen übergehen. Von diesen könnte bei heftigem Sieden der Lösungen durch den Wasserdampf etwas mit in die Höhe gerissen, im Raume verstäubt und von den Arbeitern eingeatmet werden. Auch werden diese Salze durch die in der Luft enthaltene Kohlensäure unter Entbindung von Salzsäuregas zersetzt. Um die Arbeiter gegen diese, wenn auch kleinen, so doch immerhin sehr giftigen Exhalationen zu schützen, ist eine gute Ventilation der Räume erforderlich. Am besten werden die Gefässe unter einer Art Rauchfang aufgestellt, aus welchem die Luft durch einen Exhaustor abgesaugt wird.

Hinsichtlich der nach dem Auslaugen bleibenden festen Rückstände, welche einen Düngerwert haben und auch als Dünger verwendet werden, sei bemerkt, dass sie noch Spuren von Cyanverbindungen enthalten, die durch die Kohlensäure der Luft zersetzt werden können. Die hierbei auftretende Blausäure könnte eventuell die Arbeiter gefährden, welche frische Rückstände ausbreiten.

Durch Einleiten von Chlorgas in eine Lösung von gelbem Blutlaugensalz (Ferrocyankalium) entsteht rotes Blutlaugensalz (oder Ferridcyankalium, auch Kaliumeisencynanür genannt, $K_6 Fe_2 Cy_{12}$). Die Zersetzung geht nach folgender Gleichung vor sich:

$$2\,K_4 Fe Cy_6 + 2\,Cl = K_6 Fe_2 Cy_{12} + 2\,KCl.$$

Dieses in roten, rhombischen Säulen krystallisierende Salz ist im Gegensatz zum gelben Blutlaugensalz sehr giftig. (Siehe Abschn. I, S. 113.) Die Arbeiter sind daher nachdrücklich und wiederkehrend auf diese seine Eigenschaft hinzuweisen.

Wird bei der Darstellung des roten Blutlaugensalzes die Lösung mit Chlor übersättigt, so bildet sich eine farblose, leicht flüchtige und

sehr giftige Verbindung, das Chlorcyan. Um dieser Gefahr, welche immerhin eintreten kann, zu begegnen, sollte die Zersetzung des gelben Salzes nur in geschlossenen Gefässen vorgenommen werden, welche durch Gasableitungsrohre mit Vorlagen in Verbindung stehen, in denen sich Kalilauge zur Absorption des Chlorgases befindet. Die Ableitung durch Schornsteine in die Atmosphäre empfiehlt sich nicht, einmal weil diese versagen können, zweitens aber auch, weil die Dämpfe alsdann, wenn auch stark verdünnt, einer weiteren Umgebung zugeführt werden.

Die Ferro- und Ferricyanverbindungen des Eisens, wie sie als Farben aus Eisenlösungen durch Fällen mittels Blutlaugensalzes gewonnen werden, sind in Wasser unlösliche und nicht giftige Niederschläge.

Cyankalium (KCy), wie es z. B. in der Galvanoplastik und zum Extrahieren des Goldes aus seinen Erzen in grossen Mengen Verwendung findet, wird ebenfalls fabrikmässig hergestellt.

Dies geschieht entweder durch Schmelzen von entwässertem, gelbem Blutlaugensalz mit oder ohne Zusatz von Pottasche oder von metallischem Natrium in eisernen Kesseln oder auf synthetischem Wege, indem Ammoniakgas bei bestimmter Temperatur über Kohle geleitet wird, die mit Pottasche imprägniert ist. Das Schmelzen des Blutlaugensalzes in Kesseln kann nach Beendigung jeder Charge unterbrochen werden; die Darstellung auf synthetischem Wege ist dagegen nur bei kontinuierlichem Betriebe möglich und nutzbringend. Nach der ersten Methode erhält man das Cyankalium als Schmelze, welche in den Kesseln über dem sich ausscheidenden Kohleneisen oder Eisen sich sammelt, auf Platten oder in Formen abgelassen und vor der Verpackung in Stücke zerschlagen wird. Nach der zweiten Methode muss das in der Kohle fein verteilte Cyankalium ausgelaugt, filtriert und eingedampft werden. Es scheidet sich als feines Salz aus und wird als solches nach der Reinigung durch Umkrystallisieren in den Handel gebracht.

Beim Schmelzen des Blutlaugensalzes ohne Zusatz entweicht Stickstoff, als Rückstand bleibt Kohlenstoffeisen ($K_4FeCy_6 = 4KCy + FeC_2 + 2N$); beim Schmelzen mit Zusatz von Pottasche bildet sich ausser dem Cyankalium auch cyansaures Kali und Kohlensäure und Eisen ($K_4FeCy_6 + K_2CO_3 = 5KCy + KCNO + CO_2 + Fe$); und beim Erhitzen von entwässertem Blutlaugensalz mit metallischem Natrium bildet sich eine Schmelze von Cyankalium und Cyannatrium, sowie metallisches Eisen, aber kein gasförmiges Produkt ($K_4FeCy_6 + 2Na = 4KCy + 2NaCy + Fe$).

Das Cyankalium ist ein ausserordentlich giftiger Körper, weil es sowohl in festem, als auch namentlich in gelöstem Zustande selbst durch die schwächsten Säuren (Kohlensäure, organische Säuren, sauren Magensaft) unter Bildung von Blausäure zersetzt wird. Wasserfreie Blausäure tötet momentan. „Kleinere Mengen[1]), z. B. mit Luft verdünnte, wasserhaltige Blausäuredämpfe, wie diese in industriellen Anlagen nicht selten vorkommen (in Färbereien bei der Woll- und Seidenfärberei mit Bleu de France, bei der Kattundruckerei, in chemischen Farbenfabriken bei Dar-

[1]) Eulenberg, Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens.

stellung der sog. Dampffarben, in galvanischen Vergoldungs- und Versilberungs- und in photographischen Anstalten), bewirken Kratzen im Hals, Ohrensausen, Kopfschmerz, Schwindel, Übelkeit, Erbrechen, Dyspnoe, Herzklopfen und trocknen Krampfhusten. Je nach der Menge des in den Organismus aufgenommenen Giftes verschwinden die Erscheinungen in längerer oder kürzerer Zeit."

„Die toxischen Wirkungen der Blausäure sind zweierlei Art. Es ist wahrscheinlich, dass sie ähnlich wie Kohlenoxyd, jedoch in weit höherem Grade als dieses, den vom Hämoglobin aufgenommenen Sauerstoff rasch verdrängt und es zur Sauerstoffaufnahme überhaupt unfähig macht oder die Wiedererlangung dieser wichtigen Eigenschaft ausserordentlich verzögert. Ausserdem übt sie aber auch eine lähmende Wirkung auf das Cerebrospinalsystem aus, infolge deren Stockung der Respirations- und Herzthätigkeit eintritt."

Aus diesen Mitteilungen erhellen die grossen Gefahren, welchen die Arbeiter in den Cyankaliumfabriken ausgesetzt sind. Bei Auswahl der Arbeiter ist darauf zu sehen, dass nur intelligente und gewissenhafte Leute eingestellt werden, welche sich nach voraufgegangener Belehrung der Gefahr stets bewusst sind. Ferner ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die peinlichste Sauberkeit in den Arbeitsräumen herrsche, dass die Räume hoch und luftig und, wenn nötig, künstlich ventiliert seien. Die Speisen dürfen unter keinen Umständen in den Arbeits- oder Vorratsräumen aufbewahrt, die Mahlzeiten in diesen nicht eingenommen werden. Trinkwasser ist nur in geschlossenen Gefässen aufzubewahren. Die während der Arbeit anzulegenden, gelieferten Arbeitskleider sind vor dem Verlassen dieser Räume abzulegen. Den Arbeitern ist zu häufigem Waschen bequeme Gelegenheit zu geben. Beim Zerschlagen der Cyankaliumschmelzen müssen die Arbeiter Gummihandschuhe anlegen und einen Respirator vor Mund und Nase tragen, welcher sie vor Einatmung des beim Zerkleinern entstehenden Staubes schützt. Das Fabrikat darf nur in geschlossenen Behältern und diese dürfen nur in trockenen und verschlossenen Vorratsräumen aufbewahrt werden. Der Kehricht darf nicht achtlos weggeschüttet, sondern muss ebenso vorsichtig beseitigt werden, wie eventuell das Scheuerwasser.

Behufs Unschädlichmachung des Cyankaliums sind die flüssigen Abgänge, sowie die letzten Mutterlaugen aus der Krystallisation, welche wegen ihrer Unreinheit nicht mehr aufgearbeitet werden können, mit einem Überschuss von Eisenoxydulsalzen zu versetzen. Sie dürfen niemals in öffentliche Gewässer oder Gossen abgelassen werden.

Ausser Kohlenstoffeisen und Eisen ergiebt die Fabrikation keine festen und ausser Stickstoff oder Kohlensäure auch keine gasförmigen

Abfälle. Den festen haftet aber, wenn sie nicht ausgelaugt werden, Cyankalium an, welches vom Regen aufgelöst wird, wenn die Rückstände auf die Halde geschüttet werden. Die Lösungen gelangen dann zum Teil in das Grundwasser und in benachbarte Brunnen.

b. Farbenmaterialien, Steinkohlenteer- und Kohlenteer-derivate.

Bleifarbenfabrikation. 1. Bleiglätte und Massikot (PbO), Mennige (Pb_3O_4). Die Bleiglätte ist geschmolzenes Bleioxyd, welches als Hüttenprodukt im Silbergewinnungsprozess, beim Abtreiben des Rohbleis gewonnen wird. Das ungeschmolzene, pulverförmige Bleioxyd heisst Massikot und wird durch vorsichtiges Erhitzen von Bleikarbonat ($PbCO_3$) oder Bleinitrat ($PbNO_3$) dargestellt.

Sowohl bei der Gewinnung von Glätte als auch bei der Darstellung von Massikot entsteht bleihaltiger Staub, welcher für die Arbeiter gesundheitsnachteilig ist. Die Arbeiter müssen daher gehalten werden, sich durch Respiratoren gegen das Einatmen des Bleistaubes zu schützen. Die Glätte wird bisweilen noch nass gemahlen, geschlämmt und getrocknet. Bei dem Nassmahlen wird die Staubentwickelung vermieden.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Herstellung der Mennige, welche in der Weise gewonnen wird, dass man ungeschmolzenes Bleioxyd (Massikot) durch Erhitzen in Flammen- oder Muffelöfen bei Luftzutritt höher oxydiert. Der Oxydationsprozess selbst ist ungefährlich, aber beim Entleeren der Öfen wird Staub erzeugt.

Die Mennige wird nach dem Erkalten trocken gemahlen und gesiebt. Diese Operationen sind wegen der kaum vermeidlichen Staubentwickelung für die Arbeiter ebenso gefährlich, wie das Verpacken des Fabrikates. Das Mahlen der Mennige dürfte nur in Desintegratoren oder in dicht geschlossenen Mühlen und das Sieben oder Beuteln, bei welchem die Staubentwickelung am grössten ist, ebenfalls nur in geschlossenen Apparaten vorgenommen werden, aus welchen der Staub durch besondere Vorrichtungen abgesaugt und in Staubkammern niedergeschlagen wird. In der Fabrik von W. Leyendecker & Co. in Köln geschieht das Sieben und Beuteln in doppelt verklebten Holzkästen; durch eine Einführungsschnecke gelangt die Mennige ins Innere einer mit feinem Messingdraht überspannten, schräg abfallenden und langsam rotierenden Trommel. Die feine Mennige fällt durch das Sieb in den Kasten nieder, während die gröberen Teile langsam der schrägen Fläche der Trommel folgen und in einer getrennten Abteilung des Kastens sich anhäufen. Zum Aufsaugen des Staubes, der beim Entleeren der Löffel in die Einführungs-

schnecke entsteht, führen Staubleitungen, worin zur Erzeugung eines Luftstromes Gasflammen brennen, in einen Staubsammelkasten und von dort ins Freie[1]).

Dergleichen Einrichtungen vermindern zwar die Staubentwickelung erheblich, schützen die Arbeiter aber nicht völlig. Deshalb sollten diese während der Arbeit stets Respiratoren oder Mundschwämme tragen.

Die Nachbarschaft der Glätte- und Mennigefabriken kann Schaden erleiden, wenn der aus den Schmelz- und Oxydationsöfen entweichende Flugstaub nicht aufgefangen und wenn das zum Schlämmen der Glätte benutzte Wasser nicht hinreichend geklärt abgelassen wird. Es seien hier kurz einige Bedingungen aufgeführt, welche mehreren Mennige-Fabriken bei der Konzessionierung gemäss § 16 der Gewerbeordnung auferlegt worden sind:

a) Zur Verhütung des Entweichens von Bleioxyd ist der Fuchs der Öfen nicht unmittelbar in den Schornstein, sondern in eine längs der hinteren Wand der Öfen fortlaufende Kammer zu führen und aus dieser im Kanal in die Esse zu leiten.

b) Das Mahlen und Schlämmen des Bleioxyds muss unter beständigem Zufluss von Wasser stattfinden.

c) Die Räume, in denen Mennige fabriziert werden soll, dürfen nach der Strasse hin keinen Ausgang, noch andere Fenster haben, als solche, die nicht zu öffnen sind.

d) Der Fussboden um die Feuerungen muss überall wenigstens in einem Umfange von 4 Fuss mit einem feuerfesten Belag versehen werden.

e) Keinerlei Fabrikwässer dürfen auf öffentliche Wege geleitet werden.

2. Bleiweiss (basisches Bleiacetat, $2 PbCO_3 Pb(HO)_2$). Das Bleiweiss wird nach vier Methoden dargestellt: 1. der deutschen, 2. der holländischen, 3. der französischen und 4. der englischen, welche sich wesentlich von einander unterscheiden und nur das gemeinsam haben, dass Blei in Bleiacetat ($Pb(C_2H_3O_2)_2$) übergeführt und dieses durch Kohlensäure (CO_2) zersetzt wird.

a. Nach der in Deutschland und in Österreich fast allein üblichen Methode werden dachförmig gebogene Bleiplatten auf Holzgerüsten in sogenannten Bleiweisskammern aufgehängt. Nach der Beschickung der Kammern werden die Thüren und die in der Decke befindlichen Lüftungsöffnungen dicht geschlossen. Alsdann werden Essigsäuredämpfe und durch Verbrennen von Koks erhaltene Kohlensäure gleichzeitig in die Kammern eingeleitet; sie wirken in der oben geschilderten Weise auf das Blei: die Essigsäure erzeugt Bleiacetat und die Kohlensäure zersetzt dieses zu basischem Bleikarbonat und freier Essigsäure. Nach Beendigung der etwa 8—10 Wochen dauernden Operation werden die Kammern geöffnet, gelüftet und entleert. Das erzeugte Bleiweiss wird von dem nicht oxydierten Blei getrennt, gemahlen, geschlämmt, ausgepresst, getrocknet und verpackt oder mit Öl zu Ölfarbe verrieben.

Alle bei der Fabrikation vorzunehmenden Arbeiten sind gefährlich, weil sie die Arbeiter mit Blei und Bleisalzen in direkte Berührung

[1]) Vergl. die von der Firma W. Leyendecker & Co. gelegentlich der Berliner Hygieneausstellung verbreitete Broschüre. Köln 1883.

bringen. Über die Aufnahme dieser in den Körper und ihre Wirkung auf den menschlichen Organismus vergl. Abschn. I, S. 90.

Zu den Arbeiten gehören als erste das Einschmelzen von Blei und das Plattengiessen. Wenngleich diese an sich ungefährlich sind, weil das Blei nicht auf den Siedepunkt, sondern nur etwas über den Schmelzpunkt hinaus erhitzt wird, so bringen vorsichtige Fabrikanten über den Schmelzkesseln doch trichterförmige, gut wirkende Abzüge an, welche bei zu starker Erhitzung des Bleis etwa entstehende Bleidämpfe auffangen und am Eintritt in die Arbeitsräume hindern.

Das Einhängen der Bleiplatten in die Kammern, bei welcher Arbeit die Arbeiter sich die Hände mit Blei beschmutzen, gefährdet, sofern die Kammern vorher ordnungsmässig gesäubert sind, nur diejenigen Arbeiter, welche es an der unumgänglich notwendigen Sauberkeit fehlen lassen, sich namentlich vor Einnahme der Mahlzeiten die Hände nicht reinigen.

Das Entleeren der Kammern ist eine der ungesundesten Arbeiten, welche manche Fabrikanten bedauerlicherweise von solchen Arbeitern ausführen lassen, die nicht ständig in der Fabrik beschäftigt, sondern nur zu dieser Arbeit vorübergehend, meist von der Landstrasse weg angenommen werden. Erkranken sie nachher, so erscheinen sie doch nicht in der Statistik der zuständigen Krankenkasse, da sie weiter wandern.

Je vollständiger die Oxydation des Bleis und die Überführung in Bleiweiss gewesen ist, desto ungefährlicher ist das Entleeren der Kammern, weil alsdann der grösste Teil des Bleis als Bleiweiss zu Boden gefallen ist und von dem in den Kammern kondensierten Wasserdampf feucht gehalten wird. Noch nicht oxydierte Bleiplatten sind mit trocknem Bleiweiss überzogen, welches beim Entleeren stäubt. Um das Stäuben zu verhüten, muss das an den Bleiplatten noch anhaftende Bleiweiss mittels eines starken Wasserstrahles abgespritzt werden. Die letzten Reste werden dadurch von den Platten getrennt, dass man diese durch Walzen schickt. Da auch hierbei Staub entsteht, so sollten die Walzen mit einer dicht schliessenden Hülle umgeben sein. Die am Boden der Kammern liegende Masse wird zur Schlämmerei gebracht. Es mag noch erwähnt werden, dass die Bleiweisskammern vor der Entleerung sorgfältig zu lüften sind, damit die Kohlensäure aus ihnen entfernt ist, bevor die Arbeiter einsteigen.

b. Nach dem holländischen, dem ältesten Verfahren der Bleiweissfabrikation, werden 1—2 mm starke, spiralförmig gewundene Bleibleche in irdene, innen glasierte Töpfe gebracht, auf deren Boden sich gewöhnlicher, mit Bierhefe gemengter Essig befindet. Die Töpfe werden mit Bleiplatten zugedeckt und in Pferdedünger oder ein

Gemisch von Pferdedünger und Gerberlohe eingestellt. Ein so hergerichteter Düngerhaufen wird Looge genannt. Bei der Verwesung des Düngers wird Wärme und Kohlensäure erzeugt. Der Essig verdampft und führt das Blei unter Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft in basisches Bleiacetat über, welches durch die Kohlensäure in Bleiweiss und neutrales Bleiacetat umgesetzt wird.

Das Einsetzen der Platten in die Töpfe und das Einpacken der Töpfe in den Dünger sind ungefährliche Manipulationen, dagegen ist das Entfernen des gebildeten Bleiweiss von den Bleiplatten eine der Gesundheit sehr nachteilige Arbeit, welche früher in der Weise ausgeführt wurde, dass die Spiralen mit den Händen aufgerollt und gegeneinander geschlagen wurden. Der den Platten noch anhaftende Rest von Bleiweiss wurde mit Metallbürsten oder durch Klopfen mit dem Hammer entfernt. Hierbei musste natürlich sehr viel Staub erzeugt werden. Heute schont man die Gesundheit der Arbeiter etwas mehr, liefert denen, welche die Platten aus den Töpfen nehmen, lange lederne Handschuhe und benutzt Maschinen oder kannellierte hölzerne Walzen zum Abklopfen des Bleiweiss[1]).

c. Das französische Verfahren der Bleiweissdarstellung ist in hygienischer Beziehung günstiger, da das Bleiweiss auf nassem Wege erzeugt wird, so dass Staubbelästigung fast ganz ausgeschlossen ist. Nur bei Herstellung der Lösung von basischem Bleiacetat, welche durch Eintragen von Bleiglätte in Essigsäure gewonnen wird, können die Arbeiter Glättestaub einatmen. Sie sind deshalb mindestens durch Respiratoren oder Schwämme zu schützen. Das Ausfällen des Bleiweiss durch Einleiten von Kohlensäure in die Lösung des basischen Acetats und die Trennung des Niederschlags von der Lösung des entstandenen neutralen Bleiacetats, welches wieder in den Betrieb zurückgeht, bergen keine anderen Gesundheitsgefahren in sich als diejenigen, welche entstehen, wenn die Arbeiter die mit den Lösungen benetzten Hände zum Munde führen. Die Operationen des Mahlens und Schlämmens fallen weg, weil das aus Lösungen gefällte Bleiweiss die erforderliche Feinheit von vornherein hat.

d. Das englische Verfahren besteht nach Heinzerling darin, „dass trockene Bleiglätte mit einer einprozentigen Lösung von essigsaurem Blei zu einem feuchten Pulver zusammengemischt wird, welches man einem Kohlensäurestrom aussetzt.“ „Dies kann in der Weise ausgeführt werden, dass die Masse durch eine darübergehende Walze fortwährend zerteilt wird, so dass das sich bildende basisch-essigsaure Blei der Kohlensäure immer neue Flächen darbietet. Statt der Walzen kann man Rechen anwenden oder die Masse in rotierende Fässer bringen, durch deren Achse

[1]) s. Heinzerling, Die Gefahren und Krankheiten in der chemischen Industrie Bd. I, S. 52. Halle 1887.

die Kohlensäure eintritt. Wird die Masse immer feucht gehalten und geschieht die Zersetzung, wie es am zweckmässigsten ist, in geschlossenen Apparaten, so sind bei diesem Verfahren die Arbeiter keinen gesundheitsschädlichen Einwirkungen ausgesetzt. Die weitere Behandlung des so dargestellten Bleiweiss, Entleeren der Fässer, Waschen, Schlämmen ist mit denselben gesundheitsschädlichen Einflüssen verbunden, wie bei den verwandten Prozessen."

Das auf trockenem Wege dargestellte Rohbleiweiss hat noch nicht die Feinheit, welche ein gut deckendes Farbenmaterial haben muss. Aus diesem Grunde wird es noch gemahlen, geschlämmt, ausgepresst und getrocknet. Das Mahlen geschieht in der Regel auf Kollergängen. Wird das Gut trocken gemahlen, so sollte dies immer in dicht geschlossenen und mit Staubabsaugung versehenen Apparaten geschehen. Zum Zerkleinern des Bleiweiss sind auch Desintegratoren besonders zu empfehlen, da sie so in Kästen eingeschlossen werden können, dass jede für die Arbeiter schädliche Staubentwickelung vermieden wird. Eine Beschreibung solcher Pulverisiereinrichtung wird von der wegen ihrer guten sanitären Einrichtungen rühmlichst bekannten Firma W. Leyendecker & Co. in Köln benutzt.

Ein grosser, halb unter der Erde liegender, dicht eingemauerter und mit Zement verputzter Raum zur Aufnahme des Stoffes ist mit einer eisernen Deckplatte von starkem Walzblech hermetisch abgeschlossen. Über dieser Deckplatte liegen die T-Träger, welche mit der Mauer des erwähnten Raumes das Fundament für den Desintegrator bilden. Der Desintegrator besteht aus mehreren ineinander laufenden Trommeln oder Körben. Die innere Einrichtung derselben ist kurz folgende: Auf zwei gegenüberstehenden runden Eisenscheiben sind je drei Kränze scharfkantiger Eisenstäbe festgenietet, und zwar in solchen Entfernungen von einander, dass der grösste äussere Kranz der zweiten Platte zwischen den ersten und zweiten Kranz der ersten Platte passt. Ebenso schachteln sich die übrigen Kränze der beiden Platten ineinander, so dass die Platte I den 1., 3., 5., die Platte II den 2., 4., 6. Kranz trägt. Diese Kränze, welche auch Körbe genannt werden, sind auf der Betriebswelle der Maschine festgekeilt, und zwar hat jedes Korbsystem seine eigene Welle und Betriebsscheibe. Die Platte I mit den Kränzen 1, 3, 5 dreht sich nach rechts, die Platte II mit den Kränzen 2, 4, 6 dreht sich nach links. Eine Eisenblechhülse, welche auf eine Öffnung in dem eisernen Deckel des gemauerten Mahlgutraumes passt und fest aufgeschraubt wird, umschliesst die Körbe. Alle Niet- und Schraubestellen, sowohl an der Blechumhüllung der Körbe, wie auch an dem Blechdeckel des Mahlgutkastens, sind mit Kitt hermetisch abgedichtet. An der Blechhülse befindet sich die Einwurfsschnecke, die das Bleiweiss in regelmässigen Quantitäten und Stücken ins Innere der rasch rotierenden Körbe befördert. An der Aufgabestelle der Einwurfsschnecke kann Staub entstehen, derselbe wird durch einen Exhaustor im Entstehen weggeführt.

Da die Körbe des Desintegrators sehr rasch rotieren, so ist es unvermeidlich, dass, wenn auch die Einwurfsschnecke immer mit Bleiweiss bedeckt bleibt, ein gewisses Quantum Luft mit angesogen wird, welches notwendig eine starke Spannung in dem Mahlgutraume verursachen und sowohl den Gang der Maschine beeinträchtigen, als auch

auf die Dauer die mit Kitt gedichteten Stellen der Blechumkleidung zerstören würde. Es ist deshalb auf dem Blechdeckel des Mahlgutkastens ein 20 cm weites Zinkrohr angebracht, durch welches die Luft aus dem Kasten entweichen kann. Dass diese Luft viel Staub mit sich führt, ist unvermeidlich. Um diesen aufzusaugen, wird das Rohr rechtwinkelig in einen 5 m langen, 2 m breiten und 1,75 m hohen Holzkasten geleitet. Derselbe ist ganz dicht gefügt, ausserdem von innen und aussen mit Leinwand verklebt und hat eine Eingangsthür. Mehrere lockere Tücher hängen rouleauxartig in demselben nieder, um den Staub zurückzuhalten. Von diesem Kasten führt ein engeres Rohr in einen gemauerten Kamin, welcher auf einem unter der Erde liegenden Gewölbe aufgeführt ist. Durch das Gewölbe muss die Luft mit dem noch darin enthaltenen Staube zickzackartig passieren, dann tritt sie in ein 9 m langes, 48 cm breites, ebenfalls unter der Erde liegendes Eisenrohr und mündet in einen zweiten Kamin. Von diesem führt nun noch eine ungefähr 200 m lange Leitung von Zinkrohr von 20 cm lichter Weite durch die Fabrikräume, und dann erst tritt die Luft, allerdings ganz staublos, ins Freie. Das in den Röhren sich ablagernde Bleiweiss wird durch einen in den Kamin geleiteten Dampfstrahl feucht gehalten, damit beim Reinigen derselben kein Staub auffliegt.

Das zum Mahlen bestimmte Bleiweiss wird in Töpfen auf Transportwagen an den Desintegrator gebracht und dort von einem Arbeiter in den Aufgabetrichter entleert. In dem Mahlraum bewirkt ein mechanischer Rührer die gleichmässige Verteilung des Bleiweisspulvers, so dass während des Pulverisierens der Kasten nicht geöffnet zu werden braucht. Ist derselbe voll, was aus der Zahl der entleerten Töpfe bestimmt werden kann, so bleibt er während der Nacht geschlossen. Die mit Filz abgedichteten Eisenblechthüren werden dann geöffnet und die Staubsauger zusammengestellt. Über den Thüren werden fein durchlöcherte Staubfänge aus Zinkblech angebracht. Die hölzernen Seitenwände derselben ruhen auf dem Blechdeckel des Mahlgutkastens. Die Staubfänge liegen mit der Rückwand fest an der zurückgelehnten Eisenthür. Jeder Staubfang ist mittels weiter ineinander verschiebbarer Zinkröhren mit seinem eigenen Exhaustor verbunden. Die Exhaustoren saugen an den vier Thüren in der Minute 300 cbm Luft an.

Beim Nassmahlen wird jede Staubentwickelung vermieden. Eine Gefährdung der Arbeiter ist dabei ausgeschlossen, wenn dieselben die Hände durch einen dünnen Überzug von Fett oder Vaseline oder durch Handschuhe vor der Berührung mit dem nassen Bleiweiss schützen, besondere Arbeitskleider tragen und diese häufig reinigen.

Das aus den Nassmühlen kommende Bleiweiss wurde früher, um das Trocknen zu beschleunigen, ausgepresst. Diese sehr ungesunde Arbeit ist in neuerer Zeit mehr und mehr abgekommen. Man füllt das Bleiweiss jetzt direkt in Töpfe und stellt diese in die Trockenstuben.

Um die Arbeiter vor der Hitze und dem beim Trocknen entstehenden Staub zu schützen, hat H. Büssing[1]) einen besonderen Trockenapparat konstruiert. Auch in dem Bericht des englischen „Chief Inspector of Factories" für 1892[2]) wird ein verbessertes Verfahren zum Trocknen des

[1]) Dingler's polytechnisches Journal Bd. 224, S. 293.

[2]) Report of the Chief Inspector of Factories and Workshops to Her Majesty's Principal Secretary of State for the Home Department for the year ending 31st October 1892; ref. in der Ztschr. d. Zentralstelle f. Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen 1894, No. 5.

geschlämmten Bleiweiss beschrieben, welches das gesundheitsschädliche Füllen und Entleeren der Trockenkammern beseitigen soll:

In einem geschlossenen Behälter sind drehbare Platten angebracht; unter diesen Platten laufen Röhren einer Hochdruckdampfheizung entlang. Mit jeder der Platten ist ein durch eine Handhabe von aussen beweglicher Abkratzer verbunden. Vorläufig wird das in feuchtem Zustande befindliche Bleiweiss noch von der Hand auf die Platten gebracht. In Zukunft soll auch dies auf mechanischem Wege geschehen. Alsdann werden die Platten in Umdrehung versetzt. Das Bleiweiss wird durch die heisse Luft getrocknet. Ist es trocken, so wird der Abkratzer von aussen in Thätigkeit gesetzt und fegt, während die Platten sich weiter drehen, das trockene Bleiweiss in ein Abfallrohr, von dem aus es direkt in ein luftdichtes Fass gelangt. Ist letzteres gefüllt, so wird sofort der Deckel aufgelegt, das Fass fortgenommen und beschlagen. Rohre, die an beiden Seiten der Platten münden, saugen allen entstehenden Staub in eine Staubkammer ab.

Über das Verpacken des Bleiweiss in Fässer, das ebenfalls wegen des damit verbundenen Stäubens zu den gefährlichen Arbeiten gehört, vergl. Abschn. V, S. 402.

Anhangsweise sei hier noch des in das Gebiet der Verwendung der Bleifarben gehörenden Gewerbes der Maler und Anstreicher gedacht. Wenngleich es an Versuchen nicht gefehlt hat, die giftigen Bleifarben durch ungiftige oder weniger giftige zu ersetzen, so haben wir doch mit der Thatsache zu rechnen, dass einstweilen diese Versuche noch als gescheitert zu betrachten sind[1]. Dagegen ist es als ein hygienisch wichtiger Fortschritt zu begrüssen, dass das ausserordentlich gesundheitsschädliche Verreiben der pulverförmigen Bleifarben mit Öl, das früher von den Malern selbst besorgt wurde, mehr und mehr den Fabriken und dem weit weniger schädlichen Maschinenbetrieb überlassen wird. Gewöhnlich bedient man sich dabei zum Mischen des Bleiweiss mit dem Öl mechanisch bewegter Apparate, welche aus einem verschliessbaren Zylinder bestehen, in dem eine mit eisernen Schaufeln versehene Welle rotiert. Als besonders geeigneten Knetapparat für diesen Zweck empfiehlt Heinzerling denjenigen von Werner & Pfleiderer in Cannstatt. Aber abgesehen davon bleibt die Beschäftigung der Maler und Anstreicher noch durch die mannichfachsten anderen Umstände in hohem Grade gesundheitsgefährlich[2]. Bei der Beseitigung alter Ölanstriche, sowie bei dem hier und da üblichen Schleifen der Anstrichflächen tritt massenhaft bleihaltiger Staub auf, sobald die betreffenden Verrichtungen auf trockenem Wege vorgenommen werden. Man sollte daher, statt den Anstrich trocken

[1]) Vergl. K. B. Lehmann. Hygienische Rundschau 1895, No. 21.

[2]) Vergl. Stüler, Über die Bleivergiftung der Maler, Anstreicher und Lackierer und Abhülfsmaassregeln dagegen. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege XXVII. Bd., S. 661.

abzukratzen, die zu reinigenden Flächen stets mit starker Seifenlauge abwaschen, in der sich die Ölfarbe auflöst und auf diese Weise in noch feuchtem Zustande entfernen lässt. Die Hände sind dabei durch Einfetten oder durch undurchlässige Handschuhe zu schützen. Ebenso ist das Schleifen der Anstrichflächen nass zu bewerkstelligen, wobei statt des üblichen Schmirgel- oder Sandpapiers, das sich dabei erweichen würde, Bimsstein zu benutzen ist. Die wichtigste Maassnahme, die Arbeiter vor Bleivergiftungen zu schützen, ist aber auch hier wieder skrupulöseste Reinlichkeit. Die besonderen, in dieser Hinsicht zu empfehlenden Maassnahmen sind: Sorge für Sauberkeit der Werkzeuge an den Stellen, wo sie mit der Hand in Berührung kommen; Warnung vor dem Lecken am Pinsel; Verbot während der Arbeit zu rauchen; Verbot im Arbeitsraum zu essen und die Mahlzeiten in den Arbeitskleidern einzunehmen; Wechsel der Kleider vor und nach der Arbeit; häufiges Waschen von Händen, Mund, Nasenlöchern, Haaren, jedenfalls immer vor den Mahlzeiten und beim Verlassen der Arbeit; häufiges Ausspülen des Mundes; Benutzung von Bädern. Als Waschmittel, das schneller zum Ziele führt als das Bürsten der Hände mit Seife wird eine wässerige Lösung von weinsaurem Ammoniak empfohlen[1]).

Zur Verhütung von Bleivergiftungen in den Bleiweiss- und Bleifarbenfabriken ist es nun aber mit zweckmässigen Betriebseinrichtungen allein nicht gethan; es bedarf zur Aufrechterhaltung eines guten Gesundheitszustandes auch eines verständigen Verhaltens seitens der Arbeiter, welche, über die ihnen drohenden Gefahren belehrt, die empfohlenen Vorsichtsmaassregeln genau beachten müssen, sollen nicht die besten Einrichtungen unnütz sein.

Die grossen sanitären Gefahren, welchen die Arbeiter in den Bleiweissfabriken ausgesetzt sind, haben den Bundesrat zum Erlass von Bestimmungen, betreffend die Einrichtung und den Betrieb der Bleifarben- und Bleizuckerfabriken bewogen (s. Abschnitt XVII). Auch in England sind Bestimmungen zum Schutz der Arbeiter in Bleiweissfabriken erlassen. Der ärztlichen Überwachung ist in diesen Vorschriften eine noch grössere Bedeutung beigelegt als in Deutschland. „Diese Maassregel[2]) stützt sich auf die ausserordentlich grosse Verschiedenheit der individuellen Disposition für die Bleivergiftung. Von den einzelnen englischen Fabrikinspektoren werden Beobachtungen angeführt, dass Männer sowohl wie Frauen ihr ganzes Leben lang in Bleiweissfabriken gearbeitet haben, ohne jemals zu erkranken, während andererseits Fälle vorkommen, dass

[1]) Miura, Über die Bedeutung des Bleinachweises auf der Haut Bleikranker. Berliner klinische Wochenschrift 1890, No. 44.

[2]) Zeitschrift der Zentralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen 1894, No. 5.

Leute, die nur wenige Monate mit dem giftigen Stoff in Berührung gekommen sind, an Bleivergiftung zu Grunde gehen.“ Eine streng durchgeführte ärztliche Überwachung ist das einzige Mittel, derart disponierte Personen von der für sie verderblichen dauernden Arbeit in Bleifabriken fernzuhalten.

In Belgien[1]) ist unter dem 31. Dezember 1894 ein ähnliches Gesetz erlassen worden, welches Bestimmungen über die Technik der Fabrikation, über die individuelle Hygiene der Arbeiter und zur Verhütung von Schädlichkeiten für die Umgebung enthält.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Zahl der Bleierkrankungen in den Bleifarbenfabriken überall da, wo spezielle gesetzliche Vorschriften erlassen sind und streng befolgt werden, erheblich zurückgegangen ist. Eine wesentliche Förderung würden diese Bestrebungen noch dadurch erfahren, dass Maassnahmen für eine bessere und zweckmässige Ernährung der Arbeiter getroffen würden. Wenigstens berechtigen die Erfahrungen zu dieser Annahme, welche ein grosses englisches Bleiwerk gemacht hat. Dieses hatte im Jahre 1890 die Einrichtung getroffen, dass jeder der beschäftigten Frauen täglich eine ordentliche Mahlzeit verabreicht wurde. Die Anzahl der Erkrankungen sank in diesem Jahre bei gleicher Anzahl der Beschäftigten gegen das Vorjahr um 23⁰/₀.

Gefahren und Nachteile für die Nachbarn und eine Beeinträchtigung des öffentlichen Interesses kann der Betrieb der Bleiweissfabriken zur Folge haben, wenn das zum Schlämmen des Bleiweiss benützte Wasser, welches ausser suspendiertem Bleiweiss auch gelöstes Bleiacetat und Spuren von Kupfersalzen (aus dem verwendeten Blei) enthält, ungereinigt fortfliesst. Diese Abwässer sind vor dem Ablassen mit Kalkmilch im Überschuss zu versetzen und sorgfältig zu klären. Der Kalk fällt die Blei- und Kupfersalze als unlösliche Oxyde aus. Die Bedingungen, unter denen die Konzession zum Betriebe von Bleiweissfabriken erteilt werden kann, sind je nach dem Fabrikationsverfahren, welches zur Anwendung kommt, verschieden; sie ergeben sich unter Berücksichtigung des oben Gesagten aus der Beachtung der gesetzlichen Bestimmungen über die Bleifarbenfabrikation von selbst.

Von anderen in der Technik verwendeten Bleisalzen verdient das Bleiacetat, $Pb(C_2H_3O_2)_2$, noch Erwähnung. Dieses in Wasser lösliche Bleisalz wird im Grossen durch Auflösen von Glätte in Essig, Eindampfen der Lösung und Krystallisation dargestellt. Bei der Fabrikation ist darauf zu achten, dass die Arbeiter durch Respiratoren oder Mundschwämme gegen Staub beim Eintragen der Glätte in die Lösegefässe und beim

[1]) Zeitschrift der Zentralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen 1895, No. 3.

Verpacken des fertigen Bleiacetats geschützt sind und dass sie sich der notwendigen Reinlichkeit befleissigen. Die Hände werden am besten, namentlich wenn sie Wunden haben, durch Gummihandschuhe gegen die Einwirkung der giftigen Lösungen geschützt.

Eine sehr gute und lichtechte, in grossen Mengen gebrauchte Bleifarbe ist das Bleichromat ($PbCrO_4$), das nach dem Gesetz vom 5. Juli 1887 zum Färben aller derjenigen Gegenstände verwendet werden darf, welche nicht Nahrungsmittel sind und nicht zum Einpacken und Aufbewahren von Nahrungsmitteln dienen. Es kommen dreierlei Sorten von Bleichromat in den Handel: 1. neutrales Bleichromat oder Chromgelb ($PbCrO_4$), 2. basisches Bleichromat oder Chromrot ($PbCrO_4 . Pb(HO)2$), 3. ein Gemenge von neutralem und basischem Bleichromat oder Chromorange.

Das Chromgelb wird durch Fällen eines löslichen, schwach angesäuerten Bleisalzes mittels Kaliumchromat dargestellt. Der entstehende Niederschlag wird von der Flüssigkeit getrennt, ausgewaschen und, wenn eine gewöhnliche Sorte Chromgelb erzeugt werden soll, mit Gips, Schwerspat oder Permanentweiss (gefälltes Baryumsulfat) versetzt, nachher getrocknet.

Das Chromrot, auch Chromzinnober genannt, entsteht dadurch, dass man dem neutralen Bleichromat durch Schmelzen mit Salpeter oder durch Kalilauge die Hälfte seiner Chromsäure entzieht und das gebildete lösliche Kaliumchromat auslaugt. Man kann das Chromrot auch auf nassem Wege, durch Fällen von Bleiacetat mit einer Lösung von Kaliumchromat, zu welchem Ätznatron zugesetzt ist, erhalten.

Das Chromorange bildet sich beim Fällen von basischem Bleiacetat mit Kaliumchromat, durch Kochen von Chromgelb mit Kalkmilch oder durch Behandeln von Chromgelb mit einer zur Überführung in Chromrot nicht hinreichenden Menge Ätznatron.

Auch bei dieser Fabrikation können die Arbeiter Schaden an der Gesundheit leiden. Abgesehen von den Schädigungen, welche durch die Lösung des Kaliumchromats herbeigeführt werden können und später besprochen werden sollen (s. Chromatfabrikation), können Bleivergiftungen hervorgerufen werden, da selbst das schwer lösliche Bleichromat Veranlassung zu solchen giebt. Der eidgenössische Gewerbeinspektor Schuler hat bei Arbeitern, welche die gelben schweizerischen Briefmarken herstellen, mehrfach Symptome von Bleivergiftung beobachtet. Auf eine entsprechende Mitteilung stellte K. B. Lehmann[1]) durch Tierversuche fest, dass fast lediglich der Bleigehalt des Bleichromats das schädliche Agens bei den Erkrankungen ist und dass die Chromwirkung nur äusserst gering zu Tage tritt. Auch Schuchardt und Wehlig[2]) berichten über wiederholte Fälle von Bleivergiftung bei Arbeitern in Gefängnissen, die mit der Herstellung von mit Chromgelb gefärbten Maassstäben beschäftigt

[1]) Archiv f. Hygiene Band XVI, S. 115.

[2]) Korrespondenzblatt des allgem. ärztlichen Vereins von Thüringen XXII, S. 145.

waren. Die Arbeiter, welche mit Bleichromat zu thun haben, sollen durch auffallend gelbe Färbung der Haare und sämtlicher unbedeckten Teile der Haut charakterisiert sein. Schon nach kurzer Beschäftigung mit der Farbe stellen sich hochgradige Mattigkeit, Appetitlosigkeit, Hustenreiz, träge Verdauung und bisweilen kolikartige Schmerzen im Unterleib ein.

Bei Herstellung der übrigen Bleisalze sind selbstverständlich dieselben Vorsichtsmaassregeln zu beachten.

Chromatfabrikation. Als Ausgangspunkt für alle übrigen Chromate dienen die in Wasser leicht löslichen chromsauren Alkalien: Das Kaliumchromat (K_2CrO_4) und das Natriumchromat (Na_2CrO_4).

Diese werden durch Schmelzen von fein gepulvertem Chromeisenstein mit Pottasche, bezw. Soda und Salpeter oder mit Kalk und einem Zusatz von Pottasche, bezw. Soda unter Zuführung von Luft in Flammenöfen gewonnen. Die Schmelzen werden mit Wasser ausgelaugt. Die Lösungen enthalten neben dem Chromat auch etwas Kalium- bezw. Natrium-Aluminat und Silikat, sowie unzersetztes kohlensaures Alkali. Um diese zu zersetzen, werden die Lösungen mit Holzessig neutralisiert, wobei Kohlensäure entweicht, Thonerde und Kieselsäure sich ausscheiden. Die von dem Niederschlag getrennte Flüssigkeit wird durch Eindampfen konzentriert; aus ihr krystallisiert das Salz beim Erkalten aus. Vielfach wird nicht neutrales, sondern saures Kaliumchromat ($K_2Cr_2O_7$) dargestellt. Dieses bildet sich beim Ansäuern des neutralen Salzes, zu welchem Zweck man meist Salpetersäure oder Schwefelsäure verwendet.

Die Beschäftigung der Arbeiter bei der Chromatfabrikation gehört auch in leidlich gut eingerichteten Fabriken zu den ungesundesten in der chemischen Industrie. Die Schädlichkeiten des Betriebes beginnen schon bei der Zerkleinerung des Rohmaterials, des Chromeisensteins, eines sehr harten Minerals. In nicht gut eingerichteten Fabriken sind die Mühlenräume mit mineralischem Staube angefüllt. Sodann bildet sich beim Mischen der Materialien ebenfalls reichlicher Staub, welchem kohlensaures Alkali beigemengt ist. Beim Bearbeiten und Herausziehen der Schmelzen aus den Öfen entweicht aus den Arbeitsöffnungen Chromatstaub, welcher in den Sekreten der Schleimhäute löslich ist. Die Ofenarbeiter sind daher nicht nur durch die Hitze der Öfen, sondern auch durch Staub stark gefährdet, weil das Röstgut, damit es sich nicht entmische, nicht, wie bei der Rohsodaschmelze, bis zum Fliessen erhitzt, sondern nur geglüht wird. Beim Übergiessen der Schmelzen mit Wasser zum Zwecke des Auslaugens tritt Dampfbildung ein; der aufsteigende Wasserdampf reisst leicht Chromat in feiner Verteilung mechanisch mit hoch und verstäubt es in der Nähe der Auslaugegefässe. Bei den weiteren Arbeiten, dem Umfüllen und Eindampfen der Laugen, bei der Herstellung des Bichromats, beim Ausbrechen der Krystalle aus den Krystallisiergefässen kommen die Arbeiter mit Chromatlösungen, beim

Umwenden der Krystalle in den Trockenräumen und beim Verpacken des Fabrikats mit Chromatstaub in Berührung. Beim Ansäuern der Lösungen des neutralen Chromats kann auch, weil den zur Schmelze verwendeten kohlensauren Alkalien häufig etwas Chlornatrium beigemengt ist, Chlor entweichen.

Der Chromatstaub, welcher leicht löslich ist, und die Chromatlösungen üben eine stark ätzende Wirkung auf die Schleimhäute aus. Die Arbeiter, welche Chromatstaub eingeatmet haben, leiden nach Eulenberg an Prickeln in der Nase, an häufigem Niesen und starker Schleimabsonderung; sie haben auch eine schmerzhafte Empfindung beim Einatmen kalter Luft. Diese Symptome beginnender Chromatvergiftung sind aber so wenig lästig und hervortretend, dass sie von den Arbeitern meist nicht beachtet werden. Sind diese dann längere Zeit der Einwirkung des Chromatstaubes ausgesetzt, so wird die Nasenscheidewand durchfressen und bisweilen bis an die obere Grenze des Nasenknorpels weggeätzt, ohne dass der Kranke besondere Schmerzen erleidet oder den Geruch einbüsst. Die Perforationen werden häufig erst durch die ärztliche Untersuchung festgestellt. Auch Entzündungen der Bronchien und asthmatische Beschwerden, Kopfschmerz, sowie Geschwüre in der Rachenhöhle kommen bei den Chromatarbeitern vor. Unter den Tabak schnupfenden Arbeitern treten die Erkrankungen weniger häufig und weniger heftig auf, weil die reichlichere Schleimabsonderung der Nase zu öfterem Reinigen derselben nötigt.

Das Chromat, namentlich aber das Bichromat und die freie Chromsäure, üben aber nicht allein auf die Schleimhäute, sondern überhaupt auf die Haut eine zerstörende Wirkung aus, indem ihre Lösungen besonders beim Vorhandensein von Rissen und Wunden bösartige, nur sehr langsam heilende, eitrige Geschwüre hervorrufen.

Die Wirkung des Bichromats und der Chromsäure scheint aber nicht nur eine äusserliche zu sein. Es sind bei den Kranken auch Erbrechen, Diarrhoe und Kollaps beobachtet worden, Erscheinungen, welche dafür sprechen, dass diese Gifte auch zur Resorption gelangen.

Die Chemische Fabrik Griesheim bei Frankfurt a/M., welche insgesamt etwa 800 Arbeiter beschäftigt, hatte im ersten Jahre nach Aufnahme der Chromatfabrikation — vom 1. Juli 1888 bis 1. Juli 1889 — nach Ausweis des Jahresberichts der Betriebskrankenkasse, welcher leider nur eine Gesamtübersicht, aber keine Zahlen über die speziell durch Chromate erzeugten Erkrankungen giebt, auf einen Arbeiter der Chromatfabrik 50,2, auf einen Arbeiter der Gesamtanlage dagegen nur 12,6 Krankheitstage. Während das Verhältnis im Jahre 1888/89 wie 50,2 : 12,6 war, stellte es sich: 1889/90 wie 17,9 : 10,1, 1890/91 wie 8,1 : 8,6, 1891/92

wie 12,0 : 8,3, 1892/93 wie 7,6 : 11,1, 1893/94 wie 13,8 : 10,2. Die Erkrankungen unter den Chromatarbeitern waren demnach nicht wesentlich häufiger als bei den Arbeitern der anderen Betriebe dieser Fabrik. Dieses Resultat ist durch zweckmässige Maassnahmen und Einrichtungen erreicht worden.

Der Chromeisenstein wird in geschlossenen Kugelmühlen gemahlen. Auch das Mischen des Erzpulvers mit Soda und Kalk geschieht in dicht geschlossenen Apparaten. Infolgedessen sind die Räume, in denen die Mühlen und Mischapparate stehen, so staubfrei, dass es unnötig ist, die Arbeiter durch Respiratoren zu schützen. Die Konstruktion der Schmelzöfen ist derartig, dass weder beim Beschicken, noch während der Schmelzarbeit, noch beim Entleeren Staub nach aussen dringt. Da die an den Schmelzöfen zu leistende Arbeit meist auf mechanischem Wege verrichtet wird, so sind die Arbeiter auch, so weit wie möglich, gegen die ausstrahlende Hitze der Öfen geschützt. Benetzungen mit den Lösungen sind, da sie von der Aufmerksamkeit der Arbeiter abhängen, nicht zu verhindern. Die Arbeiter werden aber immer wieder auf die schweren Gefahren, welche ihnen drohen, hingewiesen und unter steter Überwachung zu peinlichster Sauberkeit angehalten. Damit sie solche pflegen können, ist in allen Arbeitsräumen reichliche Waschgelegenheit vorhanden und so aufgestellt, dass jeder Arbeiter ein Waschbecken in kürzester Zeit erreichen kann. Gegen die Einatmung von Staub, z. B. beim Umschaufeln der Chromatkrystalle in den Trockenkammern und beim Verpacken, schützen sich die Arbeiter, indem sie ein Stück Salicylwatte zwischen die Zähne nehmen und sich auch die Nasenöffnungen mit solcher leicht verstopfen. Da Hautverletzungen und offene Wunden durch Berührung mit Chromatlösungen besonders bösartige Geschwüre geben, welche zur Heilung oft mehrerer Monate bedürfen, so findet eine regelmässige Untersuchung daraufhin durch einen Krankenwärter statt. Sobald an einem Arbeiter die geringste Verletzung festgestellt ist, wird er sofort auf einen anderen Posten versetzt. Von Zeit zu Zeit werden die Arbeiter der Chromatfabrik behufs eingehender Untersuchung auch einem Arzt vorgeführt.

Zur Verhütung der durch Chromate erzeugten Krankheiten sind demnach folgende Forderungen zu beachten:

1. Das Zerkleinern und Mischen des Röstgutes in staubdichten Apparaten;
2. Vorsichtige Füllung der Flammöfen mit dem Röstgut, am besten durch Fülltrichter von oben her;
3. Überdachung der Arbeitsöffnungen an den Schmelzöfen mit Fangtrichtern oder dergleichen, welche mit einem Exhaustor in Verbindung stehen, und Schutz der Arbeiter durch Respiratoren oder Benutzung mechanischer Öfen, die womöglich durch die Sohle des Ofens in unterhalb gelegene Kammern zu entleeren sind;
4. Reichliche Waschgelegenheit an verschiedenen Stellen der Arbeitsräume;
5. Dichter und nach einem Abfluss geneigter Fussboden, damit die Füsse der Arbeiter beim Reinigen nicht nass werden;
6. Vorhalten von Arbeitskleidern, einschliesslich der Fussbekleidung, von Respiratoren, Mundschwämmen oder Salicylwatte;
7. Ansäuern des neutralen Chromats in geschlossenen Gefässen, welche mit Abzugsröhren zur unschädlichen Ableitung etwa freiwerdenden Chlors versehen sind;
8. Besondere Speise-, Ankleide-, Wasch- und Baderäume;
9. Wiederholte Belehrung und stete Überwachung der Arbeiter;
10. Wöchentliche ärztliche Untersuchung aller Arbeiter;
11. Entfernung aller kranken und derjenigen Arbeiter, welche Hautverletzungen haben, aus der Chromatfabrik.

Das „Chemical Works Committee of Inquiry" empfiehlt nach Jurisch zum Schutz gegen die Einatmung von Chromatstaub, die Schwämme oder die Watte, welche die Arbeiter vor Mund und Nase nehmen, mit einer Wismutlösung zu tränken, weil diese nicht nur eine besänftigende Wirkung auf die Schleimhäute ausübt, sondern auch mit Chromsäure eine unlösliche Verbindung eingeht. Dasselbe befürwortet ausserdem folgende speziellen Vorschriften für Chromatfabriken:

1. Jeder offene Behälter mit gefährlicher Flüssigkeit soll so aufgestellt werden, dass sein Rand wenigstens 3 Fuss (91,4 cm) über dem umgebenden Fussboden liegt. Diejenigen Behälter, welche gegenwärtig in den Fabriken vorhanden sind und bei welchen die Aufstellungsart den bezeichneten Abstand von 3 Fuss nicht erreicht, sowie alle Behälter, bezüglich deren der Fabrikinspektor die Überzeugung gewinnt, dass eine 3 Fuss hohe Aufstellung unausführbar ist, müssen mit einem volle Sicherheit bietenden Geländer umgeben werden.

2. Um die Behälter soll ein freier Raum vorhanden sein, und wo zwei Behälter dicht zusammen liegen, soll eine Barriere gezogen werden, um das Zwischendurchgehen zu verhindern.

3. Über offene Behälter mit gefährlichen Flüssigkeiten dürfen zum Zweck des Hinübergehens nur solche Bretter gelegt werden, welche beiderseits mit Geländern versehen sind.

4. An allen Orten, an welchen ätzender Staub oder schädliche Dämpfe auftreten, sollen Respiratoren getragen werden, welche Nase und Mund wirksam schützen. Dieselben sind durch die Fabrik anzuschaffen.

5. Alle gefährlichen Orte sollen hinreichend erleuchtet werden.

6. Da in Chromfabriken der Staub die hauptsächlichste Ursache der Beschädigungen der Arbeiter ist, so sollen alle irgend zulässigen Mittel angewendet werden, um die Bildung von Staub einzuschränken.

7. Die Arbeiter, welche Bichromatkrystalle mit den Händen zu berühren haben, sollen dabei wasserdichte Handschuhe tragen.

8. Die Fabrik hat für genügende Wascheinrichtungen mit kaltem und warmem Wasser, Seife, Nagelbürsten und Handtüchern zu sorgen.

Die in den ersten §§. gegebenen Vorschriften verstehen sich dem Sinne nach für deutsche Fabriken auf Grund der Unfallverhütungsvorschriften von selbst.

Bei der Konzessionserteilung ist darauf zu achten, dass die Abfall- und Spülwässer weder in Rinnsteine oder auf Wege, noch in öffentliche Gewässer fliessen und dass die ausgelaugten Rückstände, welche immer noch Spuren von löslichem Chromat enthalten, unschädlich aufbewahrt werden.

In den Fabriken für organische Farbstoffe werden Chromate in grossen Mengen zu Oxydationszwecken, z. B. bei der Oxydation des Anthracens zu Anthrachinon, verwendet. Die resultierenden Chromoxydlösungen, die sogenannten grünen Laugen, werden gleich innerhalb der Fabriken wieder auf Chromat verarbeitet. Auch bei dieser Fabrikation müssen die obenerwähnten Vorsichtsmaassregeln sinngemässe Beachtung finden.

Ausser dem Kalium-, Natrium- und Bleichromat finden noch einige andere Chromate in der Technik Verwendung. Da sie aber sowohl in technischer als auch in sanitärer Beziehung wenig Bedeutung haben und mehr Präparate als Erzeugnisse der chemischen Grossindustrie sind, so können sie hier füglich unberücksichtigt bleiben.

Bronzefarbenfabrikation. Die beim Ausschlagen von echtem und unechtem Blattgold und Blattsilber, Legierungen von Gold und Silber, Silber und Kupfer und von Kupfer und Zink entstehenden Abfälle (vergl. Abschn. XI, S. 777) werden zu Bronzepulver oder Bronzefarben verarbeitet, indem sie in sogenannten Stämpfen zu einem sehr feinen Pulver zerstampft werden. Dieses wird entweder mit Gummipulver vermischt, angefeuchtet und durch Reiben oder unter Granitwalzen weiter zerkleinert, poliert und nachträglich geschlämmt, oder es wird mit Öl befeuchtet und in Blechtrommeln, welche innen mit Metallspitzen besetzt sind, oder mittels Metallbürsten auf sehr feinen Drahtwalzen fein gepulvert. Nach Entfernung des Öls mittels Benzins oder dergl. wird das Bronzepulver durch Erhitzen auf verschieden bemessene Temperaturen „gefärbt“ und nochmals poliert. Bei diesen Arbeiten atmen die Arbeiter den beim Füllen und Entleeren der Stämpfen, beim Stampfen und Sieben des Pulvers in die Arbeitsräume entweichenden Metallstaub ein.

Trotz des Interesses, welches die Fabrikanten an dem Auffangen des wertvollen Staubes haben, sind die diesem Zweck dienenden Vorrichtungen meist noch sehr primitive. Häufig werden die Stämpfen nur mit Tüchern oder Watte überdeckt, welche das Austreten des Staubes in die Arbeitsräume wohl etwas mildern, aber nicht verhindern. Die Einführung von Exhaustoren, welche mit den Stämpfen in Verbindung gebracht werden, hat zwar eine Besserung herbeigeführt, aber die Staubentwickelung nicht beseitigt. Es wäre wohl an der Zeit und bei dem heutigen Stande der Technik sehr wohl möglich, Apparate und Siebvorrichtungen zu konstruieren, welche die Verbreitung des Staubes gänzlich verhindern. Bis dahin sind die Arbeiter nur einigermaassen durch Respiratoren, Mundschwämme oder Tücher zu schützen, welche vor Mund und Nase gebunden werden. Dass Gesicht und Hände nach der Arbeit gründlich gereinigt werden müssen, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Ultramarinfabrikation. Ultramarin kommt in drei Sorten in den Handel, die je nach den Rohmaterialien, aus denen, und je nach der Methode, nach welcher sie dargestellt werden, verschiedene Eigenschaften

besitzen; es sind dies 1. das Sulfat-Ultramarin, 2. das Soda-Ultramarin, 3. das Kieselerde-Ultramarin.

Zum Zwecke der Darstellung von Sulfat-Ultramarin wird ein inniges Gemisch von gebrannter, fein verteilter Porzellanerde, von Sulfat und Kohle in Chamottetiegel eingestampft und in Öfen, deren Konstruktion der kleiner Porzellanöfen ähnlich ist, sehr hoher Temperatur ausgesetzt. Ein Brand nimmt ungefähr 7—10 Stunden in Anspruch. Die Öfen erkalten verschlossen. Der gesinterte Inhalt der Tiegel wird ausgelaugt und auf Mühlen sehr fein gemahlen, das Pulver wird gewaschen und getrocknet und kommt als grünes Ultramarin zur Verwendung, oder es wird in Ultramarinblau übergeführt. Dies geschieht auf verschiedene Weise, meist aber wohl durch Rösten mit Schwefel bei niedriger Temperatur unter Luftzutritt. Das Rösten wird entweder in einer Art Backöfen, deren Heerd von unten geheizt wird, oder in mit Rührwerk versehenen Zylindern, die über einem Feuerraum eingemauert sind, vorgenommen. Während des Röstens geht das Ultramaringrün in Blau über. In einigen Fabriken wird dieser Prozess unterbrochen, das halbfertige Produkt noch einmal ausgelaugt, gemahlen, geknetet, gesiebt und dann erst fertig geröstet.

Die weitere Verarbeitung geschieht auf verschiedene Weise, je nach den Eigenschaften, welche das Fabrikat haben soll.

1. Die blaugebrannte Masse wird zur Entfernung löslicher Salze ausgelaugt, in nassem Zustande gemahlen und zur Trennung der verschiedenen Korngrössen, von denen die Farbentöne abhängen, geschlämmt.

2. Die gebrannte Masse wird ohne Auslaugen gemahlen und geschlämmt oder

3. Nur gemahlen und nicht geschlämmt. Die Farbentöne werden alsdann durch Mischen verschiedener Sorten erzeugt.

Das Schlämmen erfolgt in der Weise, dass das Ultramarin mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt, in Bottiche gepumpt und eine bestimmte Zeit der Ruhe überlassen wird. Nach dieser Zeit wird die über dem Bodensatz stehende Flüssigkeit in ein anderes Gefäss übergepumpt u. s. f. Die gröberen Körner setzen sich zuerst ab; je feiner sie sind, desto länger bleiben sie suspendiert. Die zuletzt verbleibende Flüssigkeit wird in einigen Fabriken zur Gewinnung des letzten Restes Ultramarin eingedampft, in anderen abgelassen.

Behufs Gewinnung von Soda-Ultramarin wird zu den vorher genannten Rohmaterialien noch ein Zusatz von Soda und Schwefel gethan. Das Gemisch wird in Häfen oder besser in Flammenöfen gebrannt. Dabei bildet sich ein weisses Ultramarin, welches so porös ist, dass es beim Erkalten der Öfen leicht Sauerstoff aufnimmt und blau wird. Zwecks Gewinnung eines besseren Blaus wird dies Zwischenprodukt indes auch mit Schwefel geröstet, gemahlen und geschlämmt.

Die dritte Sorte, das Kieselerde-Ultramarin, ist Soda-Ultramarin, bei dessen Bereitung fein zerteilte Kieselerde zugesetzt wurde. Dieses Ultramarin ist von vornherein blau, es bedarf nicht erst des Röstens mit Schwefel.

Die Ultramarinfabrikation gehört zu den durch Staubbildung gefährdeten. Zwar rechnet Villaret (Abschn. I, S. 73) den Ultramarinstaub zu den weniger reizenden Staubarten, doch tritt derselbe bei dem wiederholten Mahlen, Sieben und Mischen der Substanzen in solchen Massen auf, dass seine möglichste Beseitigung durch die bekannten Maassnahmen unbedingt gefordert werden muss.

Gefährlicher als der Staub wirkt die beim Rösten des grünen Ultra-

marins zum Zweck der Überführung in die blaue Modifikation aus dem zugesetzten Schwefel sich entwickelnde schweflige Säure. Dieselbe ist nicht nur durch eine Exhaustoranlage abzusaugen, sondern es ist auch Sorge zu tragen, dass sie nicht ins Freie entweicht, weil sie in den Mengen, in denen sie bei diesem Fabrikationsverfahren auftritt, eine arge Belästigung für die Umgebung bilden würde. Sie ist daher über geeignete Absorbentien zu leiten.

Fabrikation organischer Farbstoffe. Das Ausgangsmaterial für die Herstellung organischer Farbstoffe ist der bei der trockenen Destillation der Steinkohlen gewonnene Teer. Dieser enthält neben kleineren Beimengungen anderer organischer Verbindungen im wesentlichen: Benzol und seine Homologen (Toluol und Xylol), Naphtalin, Anthracen, Phenol und Pech.

Die genannten Verbindungen haben verschieden hoch liegende Siedepunkte und können infolgedessen durch fraktionierte Destillation voneinander getrennt werden. Diese Arbeit wird häufig in besonderen Fabriken vorgenommen, welche den Farbenfabriken ein mehr oder minder reines Rohmaterial zur Darstellung der Farbstoffe liefern. Die zur Destillation verwendeten Apparate haben eine beträchtliche Grösse und sind für die Bearbeitung von Mengen bis zu 25 Tonnen eingerichtet. Jede Destillation nimmt mehrere Tage in Anspruch. Dieselbe lässt sich auch nicht innerhalb einer bestimmten, im voraus zu bemessenden Zeit vollenden, weil die Zusammensetzung des Teers sehr wechselt. Aus diesem Grunde kann der Betrieb nicht so eingerichtet werden, dass alle in Arbeit befindlichen Chargen vor Beginn der Sonn- und Festtage fertig destilliert sind. Andererseits dürfen, will man den Zweck erreichen und die Arbeiter sowie die Apparate nicht gefährden, begonnene Destillationen nicht unterbrochen werden. Infolgedessen müssen die Arbeiter in den Teerdestillationsanstalten, wöchentlich abwechselnd, in Tag- oder Nachtschichten arbeiten und an jedem zweiten Sonntag eine vierundzwanzigstündige Wechselschicht machen.

Aus den bei der Destillation des Steinkohlenteers zuerst übergehenden Produkten, den leichten Teerölen, werden das für die Anilinfabrikation gebrauchte Benzol des Handels und seine Homologen gewonnen. Diese werden einer abermaligen, sorgfältig geführten Destillation unterworfen und durch Behandlung mit Schwefelsäure gereinigt; es resultieren die reinen Kohlenwasserstoffe Benzol (C_6H_6, Siedepunkt 81^0) und Toluol (C_7H_8, Siedepunkt 111^0), während die letzten Anteile ein erst bei 136—139^0 siedendes Gemenge von isomeren Xylolen enthalten.

Benzol wird jetzt auch in den Kohlendestillationsanstalten gewonnen,

welche das bei der Verkohlung der Steinkohlen aus den Öfen entweichende Gas nicht für Leucht-, sondern für Heizungszwecke verwenden. Behufs Gewinnung des in dem Gas enthaltenen Benzols wird dieses in geeigneten Apparaten mit Teeröl gewaschen, welches das Benzol aufnimmt. Durch Destillation dieses sogenannten „Benzolöls" wird einerseits Benzol abgeschieden, andererseits das Teeröl regeneriert.

Ausser bei der Reinigung der Destillierapparate, welche naturgemäss absolut dicht sind und keine Benzoldämpfe entweichen lassen, sind die Arbeiter der Einwirkung des Benzols kaum ausgesetzt. Da aber Undichtigkeit der Apparate nicht ausgeschlossen und das Benzol leicht brennbar ist, so dürfen die Rektifikationsräume zur Vermeidung der Feuersgefahr nur mittels elektrischer Glühlampen oder von aussen beleuchtet werden.

Behufs Gewinnung von Anilin wird das Benzol zunächst in Nitrobenzol übergeführt. Zu diesem Zweck wird das Benzol in gusseisernen, mit Rührwerk versehenen Gefässen mit einem Gemisch von Schwefelsäure und Salpetersäure behandelt. Die geschlossenen, mit Einfüllöffnungen und mit Abzugsröhren für die entweichenden gasförmigen Produkte versehenen Gefässe werden, da sie sich durch die infolge der Reaktion frei werdende Wärme stark erhitzen, mit Wasser gekühlt. Das Säuregemisch wird unter stetem Umrühren nach und nach zugesetzt. Nach Beendigung der Reaktion werden die beiden Flüssigkeiten, die Säure und das Nitrobenzol, welche sich sondern, getrennt und das Nitrobenzol wird durch Waschen mit Wasser gereinigt. Letzteres enthält freie Säure, welche vor dem Weglassen mit Kalk zu neutralisieren ist. Über die Wirkung des Nitrobenzol auf den menschlichen Organismus vergl. Abschn. I, S. 118. In Höchst hat Grandhomme (a. a. O.) einen Fall von Nitrobenzolvergiftung bisher noch nicht beobachtet. Die Gefahr der Intoxikation in den Nitrobenzolräumen scheint demnach nicht gross zu sein.

Durch Einwirkung von naszierendem Wasserstoff auf Nitrobenzol wird Anilin ($N_6H.NH_2$) gebildet. Die Fabrikation erfolgt in der Weise, dass Nitrobenzol in gusseisernen Apparaten, welche mit Rührwerk versehen sind, mit Eisenspänen und Salzsäure behandelt wird. Nachdem sämtliches Nitrobenzol in das entsprechende Amid (Anilin) übergeführt ist, wird dieses, meist gleich aus den Reduktionsgefässen, nach Zusatz von Kalk mit gespanntem Wasserdampf abdestilliert und aus schmiedeeisernen Retorten rektifiziert. Als Rückstand dieser Fabrikation verbleiben Eisenoxyd und Chlorcalciumlauge in den Reduktionsgefässen, für deren unschädliche Beseitigung Sorge zu tragen ist. Das Anilin des Handels enthält meist Beimengungen von Toluidin und Xylidin.

Das Anilin ist ein Gift, welches in erster Reihe auf das Zentralnervensystem anfangs erregend, später lähmend wirkt. Die nachteilige Wirkung auf den Körper tritt bei direkter Einführung in das Blut schneller und heftiger auf als bei Einatmung der Dämpfe. Nach den Erfahrungen von Grandhomme sind weitaus die meisten Anilinvergiftungen eine Folge der Einatmung von Anilindämpfen (Vergl. Abschn. I, S. 119). Nach den in Höchst gemachten Erfahrungen werden die meisten Fälle von Anilismus durch Verschütten von Anilin oder Besprengung der Kleider mit Anilin hervorgerufen. Von den 40 Arbeitern, welche im August 1893 in dem Reduktionsraum der Höchster Fabrik beschäftigt waren, arbeiteten in demselben: 16 Arbeiter 1—2 Jahre, 9 Arbeiter 2—4 Jahre, 3 Arbeiter 6—8 Jahre, 2 Arbeiter 8—10 Jahre, 8 Arbeiter 10—15 Jahre, 2 Arbeiter 15—20 Jahre.

Zum Schutze der Arbeiter ist eine sehr gute Ventilation der Arbeitsräume nötig. Die Arbeiter haben besondere Arbeitskleider zu tragen, welche sie im Falle der Benetzung mit Anilin sofort wechseln müssen.

Aus dem Anilin werden die sogenannten Anilinfarben hergestellt, deren eingehende Besprechung hier zu weit führen würde; es sei nur derjenigen Erwähnung gethan, deren Fabrikation in sanitärer Hinsicht von Interesse ist. Zu ihnen gehört das Fuchsin. Dieses wird nach zwei verschiedenen Verfahren dargestellt: 1. nach dem Nitrobenzol-, 2. nach dem Arsensäure-Verfahren.

Das Nitrobenzolverfahren, wie es in Höchst zur Anwendung gelangt, wird von Grandhomme, wie folgt, beschrieben: Zur Fuchsindarstellung erhitzt man in gusseisernen Kesseln mit Rührwerk ein Gemenge von Anilin und Toluidin, salzsaurem Anilin, Nitrobenzol und Eisenchlorür, bis der dickflüssige Zustand der dunkelbronzegrünen Schmelze die Vollendung der Reaktion anzeigt. — Das erhaltene Rohfuchsin wird durch Umkrystallisieren gereinigt und kommt in grünen metallisch glänzenden Krystallen in den Handel. Das Fuchsin ist schwer löslich in Wasser, leichter löslich in Alkohol, unlöslich in Äther. An Stelle des Nitrobenzols wird auch Arsensäure als Oxydationsmittel verwendet. Die während der Reaktion zu arseniger Säure reduzierte Arsensäure wird durch Behandeln mit Salpetersäure regeneriert.

Die in den Fuchsinräumen beschäftigten Arbeiter sind namentlich der Einwirkung von Anilin- und Nitrobenzol ausgesetzt, deren Dämpfe sie eventuell einatmen und mit denen sie sich Haut und Kleider benetzen. Die Gefahr der Einatmung der Dämpfe ist nicht gross, weil die Apparate in der Regel vorzüglich eingerichtet und vorsichtig bedient sind. „Dagegen ist es unvermeidlich,[1]) dass Anilinöl und Nitrobenzol auf die Haut gelangen. Beide Körper wirken auch in diesem Falle durch Resorption giftig, und zwar speziell auf das Nervensystem.“ Diesen Folgen sucht

[1]) Oppler, Bericht über die Deutsche Allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung. II. Bd., 2. Hälfte, S. 85.

die Fabrikleitung der Anlage von K. Oehler in Offenbach a. M. durch folgende Warnung vorzubeugen:

„Wenn jemand die Hände oder sonstige Teile des Körpers mit Anilin oder Nitrobenzol benetzt worden sind, so hat er möglichst bald eine gründliche Reinigung der betreffenden Körperteile durch Waschen vorzunehmen, und zwar bei Anilin mit salzsäurehaltigem Wasser, bei Nitrobenzol mit lauwarmem Wasser und Seife, da längeres Verweilen der genannten Stoffe auf der Haut Unwohlsein erzeugen kann.“

Über die Giftigkeit des Fuchsins sind die Ansichten geteilt. Weyl und Grandhomme sind der Meinung, dass arsenfreies Fuchsin keine schädigenden Wirkungen auf den menschlichen Organismus ausübt. Das Waschen mit salzsäurehaltigem Wasser ist angeordnet, weil Salzsäure mit der Base Anilin ein Salz giebt, welches weniger giftig ist als das freie Anilin. Bei der Verwendung von Arsensäure zur Fabrikation des Fuchsins sind die Arbeiter darauf hinzuweisen, dass sowohl Arsensäure als auch arsenige Säure starke Gifte sind.

Das Ausgangsmaterial für die Darstellung des Methylenblau ist das Dimethylanilin. Grandhomme beschreibt die Fabrikation wie folgt:

Das Dimethylanilin wird in überschüssiger Salzsäure gelöst und durch Zusatz von salpetrigsaurem Natron in Nitrosodimethylanilin übergeführt. Letzteres wird in salzsaurer Lösung durch Versetzen mit Zinkstaub zu Amidodimethylanilin reduziert, die Lösung mit salzsaurem Dimethylanilin, unterschwefligsaurem Natron und chromsaurem Natron versetzt, zum Kochen erhitzt, filtriert und das Methylenblau durch Zusatz von Kochsalz abgeschieden. Auf Zusatz von Zinkstaub zu der salzsauren Lösung des Nitrosodimethylanilins entwickelt sich Wasserstoff, welcher, da sowohl die Salzsäure als auch das Zink meist arsenhaltig sind, in der Regel eine Verunreinigung durch den sehr giftigen Arsenwasserstoff enthält.

Letzterer gefährdet die Arbeiter auf das äusserste, wenn die Reduktion nicht in geschlossenen Gefässen vorgenommen und das frei werdende Gas aus diesen nicht durch Exhaustoren abgesaugt wird.

Das Naphtalin ($C_{10}H_8$) ist ebenfalls ein Produkt der trockenen Destillation der Steinkohlen. Der Steinkohlenteer enthält etwa 3—4 $^0/_0$ davon. Wird der Teer bei der fraktionierten Destillation 180—220^0 C heiss, so geht die Hauptmenge des in demselben enthaltenen Naphtalins mit über. Aus dem Destillat krystallisiert das Naphtalin als fester Körper aus, welcher durch Umkrystallisieren aus Naphta gereinigt wird. Zwecks vollständiger Reinigung wird das bei 79^0 C schmelzende und bei 218^0 siedende Produkt noch sublimiert.

Von den Arbeitern, welche bei der Destillation bezw. Rektifikation der Pressrückstände beschäftigt und oft Tage lang Naphtalindämpfen von ziemlich hoher Temperatur ausgesetzt sind, klagen einige über Schmerzen und Eingenommenheit des Kopfes und über Husten infolge einer Reizung der Schleimhaut des Kehlkopfes, andere hingegen ertragen den Aufenthalt in diesen Räumen ohne Nachteil und Beschwerden. Gross

können nach Grandhomme die Gesundheitsgefahren in dieser Fabrikation nicht sein.

Das Anthracen ist in den bei der Teerdestillation zuletzt übergehenden, hochsiedenden Teerölen enthalten und krystallisiert beim Erkalten aus diesen aus, enthält aber noch Beimengungen anderer organischer Körper.

Aus diesem Rohanthracen erhält man durch Umkrystallisieren aus Naphta und Sublimation das reine Anthracen, welches weisse, bläulich fluoreszierende, rhombische Tafeln oder Blättchen darstellt. In unreinem Zustande ist es gelblich. Es ist geruch- und geschmacklos. In Wasser, verdünnten Säuren und alkalischen Flüssigkeiten ist es ganz unlöslich, wenig löslich in kaltem Alkohol, Äther, Benzin, Schwefelkohlenstoff; etwas reichlicher löst es sich in letzterem bei Siedehitze; das beste Lösungsmittel ist kochendes Anilin, Eisessig oder Steinkohlennaphta. Es schmilzt bei 213° C und destilliert bei etwas über 360° C. Im Luftstrom oder mit Wasserdampf verflüchtigt es sich schon bei einer Temperatur weit unter dem Siedepunkt.

Die Dämpfe von Anthracen, namentlich der unreinen Handelswaare, riechen unangenehm, greifen ähnlich wie die von Naphtalin die Atmungsorgane an und üben auf die Augen und Haut eine äusserst reizende Wirkung aus. Die Ursache liegt in dem Gehalt des Anthracens an Acridin, einer organischen Base, welche in farblosen Blättchen oder Nadeln krystallisiert und schon mit den Dämpfen von siedendem Wasser sublimiert. Acridin sowohl wie seine Salze bringen schon in verdünnten Lösungen heftiges Brennen auf der Haut hervor. Ausserdem erregt der Staub von Rohanthracen durch seinen Gehalt an Acridin schon in minimaler Dosis heftiges Niesen. Charakteristisch für ihn ist, dass das durch denselben hervorgerufene Jucken und Brennen wesentlich vermehrt wird, sobald man die affizierten Teile mit Wasser wäscht. An zarten Hautpartieen, wie z. B. der Umgebung der Augen, hält dann das zu einem brennenden Schmerz gesteigerte Jucken durch mehrere Tage an. Im übrigen ist Anthracen ein sanitär vollständig indifferenter Körper und mit keinen Nachteilen für die Gesundheit der Arbeiter verbunden.

Das Anthracen ist das Ausgangsmaterial für die Darstellung des künstlichen Alizarins.

Behufs Fabrikation dieses Farbstoffes wird das gereinigte Anthracen durch Oxydation mittels Natriumbrichromats (s. S. 882) zunächst in Anthrochinon übergeführt. Die bei diesem Prozess resultierenden grünen Chromoxydlaugen werden, wie früher schon bemerkt, durch Oxydation wieder in Chromat übergeführt. Das erhaltene Anthrochinon wird durch Sublimation gereinigt. Es schmilzt bei 273° C. Mit rauchender Schwefelsäure behandelt, löst sich das Anthrachinon und giebt die Antrachinonsulfosäure, deren Salze beim Schmelzen mit Ätznatron in Alizarin, bezw. Anthrapurpurin und Flavopurpurin übergehen.

Die Überführung des Anthracens in die Sulfosäure wird unter Luft-

abschluss in gusseisernen Kesseln vorgenommen. Bei dem Manipulieren mit der rauchenden Schwefelsäure müssen die Arbeiter selbstverständlich ebenso, wie bei dem Schmelzen mit Äztnatron, grosse Vorsicht üben, da die Berührung mit beiden Körpern böse Brandwunden erzeugt. Aus der Alizarinnatronschmelze wird das Alizarin nach dem Lösen in Wasser mit Salzsäure oder Schwefelsäure abgeschieden und gereinigt. Auch bei dieser weiteren Verarbeitung des Anthracens auf Alizarin sind in Höchst Krankheiten der Arbeiter, welche auf die Schädlichkeiten der Fabrikation zurückzuführen wären, bisher nicht beobachtet worden.

Von den aus dem Phenol gewonnenen Farbstoffen ist in sanitärer Beziehung die Pikrinsäure (Trinitrophenol) von Bedeutung. Dieselbe wird durch Einwirkung von Salpetersäure auf Phenol oder durch Behandeln von krystallisiertem phenolsulfonsaurem Natrium mit Salpetersäure erhalten und wird ausser in der Farbwaarenindustrie zur Darstellung von Sprengmitteln gebraucht. Die Pikrinsäure wirkt einmal als Säure auf die Haut, dann aber ist sie nach Eulenberg ein entschiedenes Herzgift. Beim Umkrystallisieren der Pikrinsäure durch Wasserdämpfe ist das Vermögen der Säure, sich mit Wasserdämpfen zu verflüchtigen, ein sehr grosses. Die Arbeiter erhalten bei andauernder Einwirkung dieser Dämpfe sehr bald an allen unbedeckten Körperteilen ein lebhaft gelbes Aussehen, das auf eine Imprägnierung der Epidermis mit Pikrinsäure zurückzuführen ist. Hauptanforderung an derartige Fabriken ist daher sorgfältige Kondensation aller Dämpfe. Sehr belästigend für die Arbeiter ist auch der bittere Geschmack, den jeder beim Betreten der Arbeitsräume alsbald empfindet und der auf die Dauer den Wohlgeschmack alles Genossenen beeinträchtigt und zu völliger Appetitlosigkeit führen kann.

c. Explosivstoffe und Zündwaaren.

Fabrikation von Sprengstoffen. Die Schädigungen und Gefahren für Gesundheit und Leben, denen die Arbeiter in den Fabriken zur Herstellung von Sprengstoffen ausgesetzt sind, sind zweierlei Art. Sie können einmal herbeigeführt werden durch Entwickelung teils mehr oder weniger nachteiliger, teils sehr giftiger Staubarten, durch Entwickelung ätzender Säuredämpfe und direkt giftiger Gase, bezw. durch die tägliche Berührung mit giftigen, von der Haut aus resorbierbaren Substanzen — oder zweitens durch Explosionen bei der Verarbeitung[1]. Die

[1] Vergl. L. Brandt, Über die Sanitätsverhältnisse der Arbeiter in Fabriken zur Herstellung von Sprengstoffen. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege XXIV, S. 438.

zuletzt genannte Gefahrenquelle gehört in das Gebiet der Unfallverhütung und kann an dieser Stelle nur nebenbei erwähnt werden. Die allgemeinen Maassnahmen, die in dieser Beziehung in Betracht kommen, betreffen die Darstellung und die Lagerung der explosiven Substanzen und sollen das Zustandekommen von Explosionen verhüten oder doch die Ausdehnung derselben beschränken. In erster Linie sind, um dies zu erreichen, Feuer, Erhitzung, Stösse, Reibungen, elektrische Entladungen auf das sorgfältigste fernzuhalten. Auf die Verhütung dieser Schädlichkeiten beziehen sich die Vorschriften über Ausschliessung von direkten Heizungsanlagen und künstlichem Licht, das Verbot des Mitbringens von Zündhölzern in die Fabriken, des Rauchens in diesen und in ihrer Nähe; sodann die möglichste Vermeidung von Gegenständen von Stahl und Eisen, sowohl an den Werkzeugen, als auch am Gebäude und an der Kleidung der Arbeiter; die Anbringung von Blitzableitern, die Vorschrift, elektrische Leitungen in der Nähe solcher Anlagen sorgfältig zu schützen u. s. w. Die Einschränkung einer wirklich entstehenden Explosion auf das geringste Maass wird herbeigeführt zunächst durch das Verbot, grössere Mengen der gefährlichen Substanzen auf einmal zu erzeugen oder auf Lager zu halten. Sodann müssen derartige Anlagen in genügender Entfernung von anderen Gebäuden errichtet werden und dürfen nicht an Strassen liegen. Ferner sind die Etablissements in möglichst leichter Baukonstruktion auszuführen, mit Schutzwällen zu umgeben, und innerhalb der Anlagen selbst sind die einzelnen Laboratorien wieder von einander zu trennen. Auf einige Einzelheiten kommen wir noch zurück und verweisen im übrigen auf die „Besonderen Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie für Sprengstofffabriken“ [1]). Wir haben es hier hauptsächlich mit den oben zuerst erwähnten Schädlichkeiten zu thun, die sehr mannichfacher Art sind und sich je nach den zu verarbeitenden Substanzen sehr verschieden verhalten.

1. Schiesspulver. Das gewöhnliche Schiesspulver ist ein mechanisches Gemenge von Kaliumsalpeter, Schwefel und Kohle in bestimmtem Verhältnis (74 : 10 : 16). Das Gemenge wird gepresst, gekörnt, gesiebt, geglättet. In den meisten Betriebsabteilungen der Pulverfabriken, besonders bei der Körnung und Pressung des Pulvers, ist die Staubentwickelung eine bedeutende und erfordert Maassnahmen zu ihrer Beseitigung. Dieselben weichen in keiner Weise von denjenigen ab, die zu demselben Zweck in anderen Betrieben getroffen werden, und bedürfen daher an

[1]) Reichsanzeiger vom 26. Juni 1891. Vergl. auch bezüglich mancher Details, ausser der bereits zitierten Arbeit von Brandt, dessen Darstellung wir uns bei diesem Kapitel vielfach anschliessen: Oppler, Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung II. Bd., 2. Hälfte, S. 5 ff.

dieser Stelle keiner besonderen Erörterung. In den besser eingerichteten Pulverfabriken finden sich bereits vielfach umkleidete Maschinen mit Absaugungseinrichtungen. Auf die Beseitigung im Arbeitsraum abgelagerter Staubmengen wird schon im Interesse der Verhütung von Explosionen die grösste Sorgfalt verwendet.

2. Nitroglyzerin. Das Nitroglyzerin, der Salpetersäureäther des Glyzerins, entsteht, indem man zu einem Gemisch von 36 Teilen Schwefelsäure von 1,84 spezifischem Gewicht und 20 Teilen Salpetersäure von 1,495 spezifischem Gewicht bei 15° C 7 Teile Glyzerin in feinem Strahle zumischt.

Bei der Herstellung wird das frische Schwefelsäure-Salpetersäure-Gemisch mittels Druckgefässe in einen Nitrierapparat geführt, und dann in das Gemisch das reine Glyzerin, nachdem es vorher ein feines Sieb passiert hat, eingeleitet. Alsdann wird das Sprengöl im Scheidetrichter von der Säure getrennt und zur Entfernung noch überschüssiger Säure gewaschen. Die grosse Empfindlichkeit des Nitroglyzerins gegen Stoss macht es zur direkten Verwendung als Sprengstoff ungeeignet. Es wird daher mit Kieselguhr gemengt, welch' letzteres das Nitroglyzerin aufsaugt und ihm die grosse Empfindlichkeit gegen Erschütterungen nimmt. Diese Mischung heisst Dynamit. Das Dynamit wird nach der Mischung gesiebt und endlich zu Patronen geformt.

Die ausserordentliche Giftigkeit des Nitroglyzerins ist im I. Abschnitt, S. 118, hervorgehoben. Es dringt so schnell durch die Haut in den Organismus ein, dass ein Waschen nach der Berührung nicht mehr gegen die Folgen derselben schützt. Um so eklatanter ist die Wirkung, wenn es mit Hautwunden oder den Schleimhäuten in direkte Berührung kommt. Wenn auch bei den Arbeitern, wie es scheint, in kurzer Zeit eine Gewöhnung und Abstumpfung gegen die Einwirkungen des Nitroglyzerins eintritt, so sind dieselben doch gegen die Berührung und ihre Folgen nach Möglichkeit zu schützen. Erfahrungsgemäss kommen übrigens auch Fälle vor, wo die Gewöhnung nicht eintritt und die Arbeiter sich genötigt sehen, die Beschäftigung in den Dynamitfabriken aufzugeben. Ferner ist darauf zu halten, dass die Arbeiter nach der Arbeit die Kleider wechseln, vor dem Essen sich Hände und Gesicht sorgfältig waschen und besonders die Nägel reinigen. Der Mund ist vor dem Essen auszuspülen. Essen, Trinken, Schnupfen, Tabakkauen in den Arbeitsräumen ist streng zu untersagen. Die Arbeiter, welche die Mengung des Nitroglyzerins mit dem Kieselguhr und das Durchsieben dieses Gemenges vornehmen, sind anzuhalten, bei diesen Manipulationen leichte Gummihandschuhe zu tragen.

In verschiedenen Betriebsräumen — Säurescheidehaus, Waschhaus — ist die Entwickelung von Dämpfen der Stickstoffsäuren — Untersalpetersäure, salpetriger Säure und Salpetersäure — oft eine beträchtliche (vergl. Abschn. I, S. 105). Die Arbeiter sind, bei der Heftigkeit der Belästigung,

mehr geneigt, als sonst wohl, sich dagegen durch Vorbinden mit Ammoniak getränkter Schwämme oder Tücher zu schützen.

In früherer Zeit war im Nitrierhause die Entwickelung der sauren Dämpfe eine starke, solange die Nitrierung in einem offenen Bottich unter Umrühren des Inhalts durch einen Arbeiter vor sich ging. Heute werden die Nitrierapparate wohl überall mit einem luftdicht schliessenden Glasdeckel bedeckt. Alle undichten Stellen sind mit einer festwerdenden Mischung von Wasserglas und Asbest sorgfältig zu verkitten. Dasselbe gilt für den Scheidetrichter und ist auch für den Waschbottich im Waschhause dringend zu empfehlen. Die Dämpfe werden von den verschiedenen Apparaten durch Dunstrohre mit Saugkopf über das Dach geleitet. Ist der Himmel bedeckt und der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ein hoher, so schlagen sich die spezifisch schweren Dämpfe nieder und erfüllen von aussen her die Werkräume. Dieselben sind alsdann am Boden abzusaugen und zu kondensieren. Findet das Waschen, das sogenannte Buttern, des Nitroglyzerins noch in offenen Bottichen statt, so ist zum mindesten für geräumige und gut gelüftete Arbeitsräume zu sorgen.

Am bedeutendsten ist die Gasentwickelung in dem Raume, in welchem die Denitrierung der Abfallschwefelsäure stattfindet. Die Trennung der Säuren wird in der Weise bewirkt, dass man in einem breiten, mit Kieselsteinen oder Koks gefüllten Turm dem Säuregemisch einen Strahl von Wasserdampf entgegenführt. Während die Schwefelsäure infolge ihrer Schwere zu Boden sinkt, verflüchtigt sich die Salpetersäure unter Entwickelung von Untersalpetersäure und salpetriger Säure, welche beide sich allmählich zum Teil zu Salpetersäure oxydieren. Die Kondensation der Stickstoffsäuren findet in einer Reihe von Woulf'schen Flaschen statt. Diese Retorten sind sorgfältig luftdicht zu erhalten, namentlich ist sorgfältig darauf zu achten, dass keine schadhaften, geborstenen Flaschen zur Verwendung kommen. Zur Verhütung von Ätzungen der Hände sollen den Arbeitern dieses Betriebes Gummihandschuhe zur Verfügung stehen.

Die sauren Abwässer des Waschhauses sind durch Kalkmilch zu neutralisieren und in Bassins zu klären, ehe sie in den Boden oder in Wasserläufe eingelassen werden.

Der Staubbelästigung sind die Arbeiter in den Räumen ausgesetzt, in denen die Infusorienerde verarbeitet wird. Die letztere wird, um sie von organischen Beimengungen zu befreien, in besonderen Öfen geglüht, dann auf dem Boden des Werkraumes ausgebreitet, mit Handwalzen zerkleinert und endlich gesiebt. Bei allen diesen Manipulationen ist die Entwickelung des stark kieselsäurehaltigen Staubes eine enorme. Es wäre sehr zu wünschen, dass eine vollkommenere Technik die Beseitigung

des Staubes ermöglichte. Bis dahin sollte wenigstens ein häufiger Personenwechsel unter den Arbeitern im Guhrhause durchgeführt werden.

Was die Explosionsgefahr anlangt, so sind die Fabriken zur Herstellung des Nitroglyzerins weitaus die gefährlichsten unter allen Sprengstofffabriken und werden nur durch diejenigen, in welchen Knallquecksilber verarbeitet wird, annähernd erreicht. Der gefahrvollste Teil der Fabrikation ist das Nitrieren wegen der durch den chemischen Prozess hervorgerufenen Temperatursteigerung des Nitriergemenges. Um dieselbe zu verhindern, werden in den bleiernen Nitrierapparaten Kühlschlangen angebracht, durch die ein kontinuierlicher Strom kalten Wassers fliesst. Ein Strom von komprimierter Luft hält vom Boden aus das Gemisch fortgesetzt in Wallung, um eine stärkere Erwärmung an einzelnen Stellen zu verhüten. Es sind sehr sinnreiche Einrichtungen erdacht, welche den Gang des Nitrierapparates, unabhängig von der Aufmerksamkeit des Arbeiters, automatisch in der Weise regeln, dass, wenn eine Störung im Umrühren des Gemenges eintritt, das Glyzerin aufhört zuzufliessen. Andere Einrichtungen ermöglichen die Entleerung der Charge in bereitstehende Kübel mit kaltem Wasser von ausserhalb des Nitrierhauses u. s. w. Über diese sowie anderweitige Maassnahmen zur Verhütung von Explosionen sind die oben zitierten Schriften von Brandt und Oppler nachzulesen.

3. Roburit. Das Roburit, das neuerdings für Sprengzwecke seiner relativen Gefahrlosigkeit wegen eine immer grössere Bedeutung gewinnt, ist ein Gemenge von chlorhaltigem Dinitrobenzol und Dinitronaphtalin mit salpetersaurem Ammoniak. Die Mengung der Stoffe erfolgt unter Erwärmung im Wasserbad. Die Herstellung des Roburit ist mit Gefahren für die Gesundheit der Arbeiter verknüpft wegen der Giftigkeit des Nitrobenzols und seiner eminenten Flüchtigkeit bei höheren Temperaturen (vergl. Abschn. I, S. 119). Der Verarbeitungsvorgang, der allerdings in den verschiedenen Fabriken mannichfache Formen annimmt, ist im wesentlichen der folgende:

Das bereits gereinigte Dinitrobenzol wird, gewöhnlich in Fässern verpackt, in unregelmässigen Stücken abgeliefert. In der Regel wird es noch einem weiteren Reinigungsprozess unterworfen, um die etwa noch vorhandenen Säuren zu extrahieren. Dies geschieht zumeist im Freien in grossen Kufen, in welchen die Substanz in Wasser eingeweicht und durch Dampfrohre erhitzt wird; zur Neutralisation wird Soda benutzt. Dann folgt das Trocknen durch Zentrifugen. Das gereinigte Dinitrobenzol gelangt in den Mischraum, wo die Mischung mit den übrigen Ingredienzien der Sprengmasse in Läuferwerken vor sich geht oder auch hier und da das Dinitrobenzol in flüssigem Zustande in Schmelzpfannen der Mischung zugesetzt wird. Die Mischung kommt nun in Trockenkammern, hier und da wird sie auch noch einmal gemahlen, um von da in den Füllraum zu gelangen, wo die Patronen gefüllt werden, die dann in

Mulden nach dem Raum gebracht werden, in welchem sie wasserdicht gemacht werden; sie werden zu dem Ende in flüssiges Paraffinwachs getaucht.

Die gesundheitsgefährlichsten Manipulationen sind das Mahlen und das Mischen; in zweiter Linie kommt das Füllen, aber auch noch beim Eintauchen der verschlossenen Patronen in die Dichtungsmasse kommen, wenn auch weniger häufig, Vergiftungserscheinungen zur Beobachtung. Dass die zuletzt genannte Manipulation überhaupt noch Gefahren mit sich bringt, scheint darauf hinzuweisen, dass das Gift in ausserordentlich feiner Verteilung zur Wirkung kommt, denn die mit dieser Arbeit beschäftigten Personen können nur mit solchen Partikelchen der Substanz in Berührung kommen, die an den geschlossenen Patronen hängen geblieben sind. Die Arbeiter sind daher vor allem vor der direkten Berührung mit der giftigen Substanz zu schützen und zu einer sorgfältigen individuellen Hygiene anzuhalten. Zu dem Zweck ist ein häufiges Waschen, namentlich vor den Mahlzeiten, anzuordnen und der nötige Apparat dazu bereitzustellen. Verbot des Essens bei der Arbeit, Kleiderwechsel beim Verlassen der Fabrik sind selbstverständliche Maassnahmen. Das Zerkleinern, Mahlen, Sieben und Mischen der Materialien, das Trocknen und Einfüllen in die Patronen erfordern alle Kautelen gegen die Verbreitung von Staub und Dämpfen und sind in gut gelüfteten Räumen vorzunehmen. Endlich erscheint eine ärztliche Überwachung des Personals am Platze.

4. Knallquecksilber. Das Knallquecksilber, das mit chlorsaurem Kali gemischt den Füllsatz der Zündhütchen darstellt, wird in der Weise hergestellt, dass man Quecksilber in mit Salpetersäure gefüllten Glasballons auflöst und diese Lösung in andere, mit Alkohol gefüllte Ballons langsam eingiesst. Das Knallquecksilber scheidet sich bei der Reaktion in den Glasretorten in Krystallen ab. Dabei entwickeln sich erhebliche Mengen von höchst gefährlichen Gasen und Dämpfen, unter denen, ausser Essigäther, Essigsäure, Salpetersäure-Äther, salpetriger Säure, flüchtige Blausäureverbindungen, Blausäure, Cyanäthyl, Cyansäure nachgewiesen sind, welch letztere beim Einatmen unmittelbar tötlich wirken können. Selbstverständlich ist auch die beträchtliche Menge Quecksilber, mit der die Arbeiter manipulieren müssen, geeignet, Quecksilbererkrankungen hervorzurufen (vergl. Abschn. I, S. 116). Jede zur Bereitung des Zündpulvers nötige Arbeit, das Filtrieren und Ausdrücken des Knallquecksilbers, das Mengen desselben mit Kali chloricum, das Trocknen, das Körnen, das Sieben der getrockneten Masse können zu Quecksilberintoxikationen führen, teils durch Berührung der Haut der Hände mit dem feuchten Knallquecksilber oder mit quecksilberhaltigen Flüssigkeiten, teils durch Einatmung des sich besonders beim Trocknen und

Sieben bildenden gefährlichen Staubes und des dampfförmigen Quecksilbers.

Die bei der Herstellung und Weiterverarbeitung des Knallquecksilbers zu ergreifenden Schutzmaassregeln müssen daher in erster Linie im Auffangen und Unschädlichmachen der Gase und Dämpfe, in der rationellen Behandlung der Abfallwässer, der Beseitigung des Staubes und in der Verhinderung der Berührung der Arbeiter mit dem Quecksilber bestehen. Die erstgenannte Forderung wird im Königlichen Feuerwerkslaboratorium zu Spandau durch folgende empfehlenswerte Einrichtung erfüllt:[1])

Die Bereitung des Knallquecksilbers erfolgt in tubulierten Glasretorten; ein Glastrichter in dem Tubulus der Retorte dient zum Einfüllen der Materialien. Die Glasretorten stehen auf Strohkränzen in viereckigen offenen Behältern, die an der Vorderseite mit einem Schauloch versehen sind. Ein Dampfstrahlexhaustor saugt die in den Retorten entstehenden Gase durch eine Reihe von Kondensationstöpfen, die hermetisch mit dem Hals der Retorte und durch Bogenstücke untereinander verbunden sind. Die leichteren, in den Kondensationstöpfen nicht kondensierten Gase führt der Exhaustor in einen hohen Schornstein ab. Längs jeder Reihe von Kondensationstöpfen, am Fusse derselben, läuft ein Sammelrohr, mit welchem die Ablasshähne der Töpfe verbunden sind. Durch dasselbe werden die kondensierten Flüssigkeiten nach aussen geleitet.

Mit Vorteil kann man auch das erste Kondensationsgefäss mit Sodalösung füllen zur Absorption der Salpetersäure, und die folgenden mit durch Bleioxyd getränktem Koks zur Absorption der Untersalpetersäure.

Mutterlauge und Waschwässer dürfen nicht abgeleitet werden, bevor eine Zerstörung der in ihnen enthaltenen höchst giftigen, gelösten und suspendierten Stoffe stattgefunden hat. Als das beste Mittel dazu galt bisher die Zersetzung der Abwässer mit Salzsäure in geschlossenen Apparaten. Knallquecksilber löst sich in kalter Salzsäure unter Freiwerden von Knallsäure, welche sich sofort unter Bildung von Blausäure in Ammoniak, bezw. Salmiak und Ameisensäure zerlegt. Das Quecksilber kann alsdann in geeigneter Weise aufgelöst werden, und die Ableitung der Wässer nach Neutralisation mit Kalkhydrat und Filtration ist zulässig. Das Missliche bei diesem Verfahren ist aber die Bildung der flüchtigen Cyanverbindungen, die man zwar in hohe Schornsteine ableiten kann, die aber nicht zerstört werden. Die Firma Braun & Bloem in Düsseldorf hat daher nach eingehenden Experimenten das folgende als bewährt befundene Verfahren an die Stelle gesetzt:[2])

Die von dem Knallquecksilber abfiltrierte Mutterlauge wird zusammen mit dem Spül- und Waschwasser in einen gusseisernen emaillierten Kessel von 1000 l Inhalt abgelassen, dem ein zweiter emaillierter Gusskessel als Dampfmantel dient. Der Deckel

[1]) Oppler a. a. O. S. 32.

[2]) Bericht über die Verwaltung der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie im Jahre 1891, S. 29.

des inneren Kessels hat eine Mannlochöffnung zum Einführen der Lauge und eine Öffnung für ein Thermometer. Die sich entwickelnden Dämpfe werden durch einen Helm in ein 3,0 m langes emailliertes, mit Wasser gut gekühltes Rohr abgeführt, das mit sechs Kondensationstöpfen in Verbindung steht, die ihren Abzug in einen 20 m hohen Schornstein haben. In den Schornstein dürfen die Abzugsgase einer Feuerung nicht hineingeführt werden. Wenn der emaillierte Kessel mit Lauge gefüllt ist, wird das Mannloch geschlossen und Dampf von geringer Spannung in den Mantel geleitet. An letzterem ist ein Sicherheitsventil angebracht, welches bei 1 Atmosphäre Überdruck abbläst. Die Erwärmung der Lauge dauert vier Stunden und wird so geleitet, dass die Temperatur langsam von 85° C auf 98° C steigt. Infolge der Erhitzung gehen in der Mutterlauge durchgreifende Veränderungen vor sich. Die explosiven Substanzen werden zerstört, und es scheidet sich ein Niederschlag ab, der neben metallischem Quecksilber organische, durchaus inexplosible Quecksilberverbindungen enthält. Nach Beendigung des Kochens wird die Lauge mit dem Niederschlag durch ein im Boden des inneren Kessels eingesetztes Rohr in einen tiefer stehenden, ebenfalls emaillierten Kessel geleitet. Nachdem sich der Niederschlag hier abgesetzt hat, wird die über ihm stehende Flüssigkeit durch Heber abgezogen.

Belästigungen der Arbeiter oder der Nachbarschaft entstehen durch dieses Verfahren nicht. Die sich entwickelnden ätherischen und sauren Gase und Dämpfe werden im Rückflusskühler und in den Kondensationstöpfen in der Hauptsache kondensiert, ein kleiner Teil entweicht durch den Schornstein. Dem einzigen Übelstand, der sich beim Betriebe herausgestellt hat, dass die Emaille des inneren Kessels durch die Lauge angegriffen wird, ist dadurch abgeholfen, dass der gusseiserne Kessel durch ein Thongefäss ersetzt ist.[1])

Um die Arbeiter gegen die toxischen Einwirkungen des Quecksilbers zu schützen, ist darauf zu halten, dass Manipulationen mit dem feuchten Zündsatz nie mit blossen Händen, sondern nur mit Zuhülfenahme von Gummihandschuhen vorgenommen werden. Das nach dem Trocknen der Masse noch erforderliche Sieben darf nur in geschlossenen Siebetrommeln vorgenommen werden und ist wegen der grossen Explosionsgefahr, die damit verbunden ist, stets durch mechanische Siebevorrichtungen zu bewirken. Eine sehr zweckmässige Einrichtung zu diesem Zweck ist von Oppler (a. a. O. S. 34) mitgeteilt. Ferner sind alle Einrichtungen zur Durchführung einer sorgfältigen individuellen Hygiene zu treffen und ihre Durchführung ist streng zu kontrollieren. Das Einfüllen des Knallsatzes in die Zündhütchen geschieht heute fast durchweg vermittels selbstthätiger Lademaschinen, die Schädigungen der Gesundheit und Explosionsgefahr ausschliessen.

5. Schiessbaumwolle. Die Schiessbaumwolle, Nitrozellulose, wird durch Einwirkung eines Gemisches von Schwefelsäure und Salpetersäure auf Baumwolle dargestellt, welche vorher gereinigt und entfettet wird.

[1]) a. a. O. 1893, S. 33.

Das sogenannte Nitrieren der Baumwolle geschieht meist in gusseisernen Tauchapparaten, deren Inhalt je nach der zu erreichenden Nitrierungsstufe eine Temperatur von 8—50° hat. Beim Eintauchen und Umrühren der Wolle in den Tauchapparaten, besonders beim Herausnehmen derselben mittels einer gusseisernen Gabel, bildet sich in grosser Menge salpetrige Säure und Untersalpetersäure, welche besonders bei trüber Witterung den Arbeiter sehr belästigen. Das Nitrieren ist entweder im Freien oder in sehr luftigen Räumen vorzunehmen, und es wird die Aufgabe der Technik sein, die Nitriergefässe so einzurichten, dass die Gase unmittelbar abgesogen werden. Durch eine über den offenen Nitriergefässen angebrachte Haube, die mit kräftigen Exhaustoren in Verbindung steht, dürfte schon viel erreicht sein.

Die nitrierte, im Tauchapparat selbst etwas ausgepresste Wolle wird in offenen Gefässen zu grossen Waschbottichen getragen und umgerührt, dann durch eine Zentrifuge ausgeschleudert. Beim Tragen der Wolle sowohl wie beim Öffnen der Zentrifugen verbreiten sich saure Dämpfe in grosser Menge, denen der Arbeiter manchmal nicht aus dem Wege gehen kann. Er schützt sich am besten durch den Gebrauch von mit Ammoniak getränkten Respiratoren oder durch Vorbinden eines mit Ammoniak getränkten Baumwollbausches vor Mund und Nase.

Die Explosionsgefahr bei der Bereitung der Schiessbaumwolle ist minimal, da mit Ausnahme des Trocknens und Pressens alle Manipulationen mit nasser Schiessbaumwolle vorgenommen werden und auch die trockene und komprimierte Schiessbaumwolle nicht auf Schlag und Stoss explodiert und nur durch die Detonation eines stark geladenen Zündhütchens zur Explosion gebracht werden kann.

Kollodiumwolle. Zu den nicht zu den Sprengstoffen gehörigen explosiven Stoffen, die in der Industrie eine Rolle spielen, gehört die Kollodiumwolle, die wie die Schiessbaumwolle aus der Behandlung der Baumwolle mit Salpetersäure entsteht, jedoch mit dem Unterschied, dass eine verdünntere Salpetersäure und eine mässigere Erwärmung bei der Nitrierung angewandt wird. Die sanitären Schädlichkeiten bei dem Fabrikationsverfahren sind dieselben wie bei der Herstellung der Schiessbaumwolle.

Die Kollodiumwolle löst sich in weingeistigem Äther und bildet alsdann das sowohl in der Industrie (Photographie), als auch in der Medizin verwandte Kollodium.

Durch Zusatz von Kampher zu der in Schwefeläther gelösten Kollodiumwolle entsteht Zelluloid, auch Lithoid genannt, das bekanntlich zur Herstellung einer Menge von Bedarfsartikeln ausgedehnte Verwen-

dung findet. Die Zelluloidfabriken gehören zu den nach § 16 der Gewerbeordnung genehmigungspflichtigen Anlagen. Die gesundheitsschädlichen Einflüsse, denen die Arbeiter in diesen Betrieben ausgesetzt sind, weichen nicht wesentlich von den bei der Herstellung der Schiessbaumwolle geschilderten ab. Namentlich ist aber die Feuersgefahr in diesen Anlagen eine sehr erhebliche, was bei der Konzessionierung zu berücksichtigen ist.

Phosphorzündwaaren. Der in der deutschen Zündwaarenindustrie verwandte Phosphor wird ausschliesslich aus dem Auslande bezogen (vergl. Abschn. I, S. 105). Derselbe wird aus Knochen hergestellt.

Nach dem üblichen Verfahren werden die weissgebrannten Knochen mit Schwefelsäure zersetzt.[1]) Das saure Calciumphosphat wird mit Kohle gemengt in geeigneten Gefässen erwärmt, wobei zunächst das saure Calciumphosphat in Calciummetaphosphat übergeht. Hierauf wird bei weiterem Erhitzen bis zur Weissglut das Calciummetaphosphat in der Weise reduziert, dass $^2/_3$ des Calciumphosphates erhalten werden, $^1/_3$ aber im Rückstande verbleibt. Das Reinigen des roten Phosphors erfolgt heute meist durch Destillation desselben aus gusseisernen Retorten. Der reine Phosphor wird unter Wasser aufgefangen und in Glasröhren geformt.

Von den verschiedenen hier aufgezählten Operationen erfolgt das Brennen der Knochen in neuerer Zeit in Öfen, in denen die während des Brennens sich entwickelnden, übelriechenden Gase vollständig verbrannt werden, die daher zu sanitären Bedenken keinerlei Anlass geben. Bei der Zersetzung der weissgebrannten Knochen mit Schwefelsäure entwickeln sich höchst schädliche Gase, wie Schwefelwasserstoff, Kohlensäure, Blausäure, Chlorwasserstoff und Fluorwasserstoff (letzterer beim Eindampfen der Lauge). Es sind daher verschlossene, mit Blei ausgefütterte Gefässe zu benutzen, durch deren Deckel Abzugskanäle zum Schornstein führen. Die beim Kalzinieren und bei der Destillation sich entwickelnden Gase, die hauptsächlich aus Kohlenoxyd und Phosphorwasserstoff bestehen, sind durch geeignete Exhaustionseinrichtungen abzusaugen. Der zu destillierende rohe Phosphor wird in kupfernen Kesseln unter Wasser geschmolzen und mit feuchtem Sand gemengt in die Retorten gefüllt. Der Retortenhals taucht 15—20 mm tief in das Wasser ein, welches in einem Kübel vorgestellt wird und überläuft, sobald Phosphor den Inhalt der Schale vermehrt. Das ältere Verfahren des Formens des reinen Phosphors ist im I. Abschnitt, S. 107, beschrieben. In den französischen Phosphorfabriken ist dasselbe noch vielfach mit der Abänderung in Gebrauch, dass jede Glasröhre oben mit einem eisernen Saugrohr versehen ist, in dessen Mitte sich ein Hahn befindet.

[1]) R. v. Wagner, Handbuch d. chem. Technologie. XIII. Auflage, Seite 507. Leipzig 1889.

Der Arbeiter saugt durch die Saugröhre das Glas voll, schliesst dann den Hahn und senkt das Rohr in kaltes Wasser. Dann wird die Röhre durch Öffnen des Hahnes und Einführen eines Eisendrahtes geleert. In neuerer Zeit bedient man sich zu dieser Arbeit eines Wassersauggebläses. Über ein neueres, von Seubert angegebenes Verfahren, diese höchst bedenkliche Arbeitsmethode durch eine ungefährlichere zu ersetzen, vergl. v. Wagner's Handbuch der chemischen Technologie, S. 511.

Wir haben dem Verfahren der Gewinnung des Phosphors hier nur der Vollständigkeit wegen eine ganz kurze Darstellung gewidmet, weil dasselbe für Deutschland keine Bedeutung hat. Eine um so wichtigere Rolle spielt für unsere Verhältnisse die Fabrikation der Phosphorzündhölzer, die zugleich für den Hygieniker ein um so grösseres Interesse in Anspruch nimmt, als sie uns ein ausgezeichnetes Beispiel darbietet, wie unter dem Zusammenwirken der Gesetzgebung und einer durch sie angeregten vervollkommneten Technik eine Industrie, die noch vor garnicht langer Zeit geradezu verheerende Wirkungen unter den in ihr beschäftigten Arbeitern anrichtete, fast alle ihre Schrecken verloren hat.

Die frühere Fabrikationsweise der Phosphorzündhölzer begann — wenn wir von den vorausgehenden Manipulationen mit dem Holzdraht absehen, die gewöhnlich in Räumen vorgenommen wurden, die mit den durch die Phosphorwirkung gefährdeten in keiner Verbindung standen — mit der Zubereitung der Zündmasse. Die letztere bestand im wesentlichen aus Mischungen von Phosphor mit oxydierenden, also die Verbrennung durch Sauerstoffabgabe befördernden Substanzen, ferner Körpern, welche ihrer rauhen Beschaffenheit wegen die Reibung erhöhen, und endlich Bindemitteln, welche die Masse zusammenhalten. Man stellte nun einfach in einem offenen eisernen Kessel oder Topf eine heisse Leimlösung her, in der man den Phosphor auflöste, und dieser Phosphorleimlösung wurden alsdann die übrigen Materialien zugemischt und mit einem Spatel verrührt, ein Verfahren, bei dem regelmässig grosse Mengen der Phosphordämpfe in die Luft des Arbeitsraumes geführt wurden. Dann kam die noch gefährlichere Arbeit des Tunkens der Hölzer. Der Arbeiter tauchte die in einen Rahmen eingelegten Hölzchen in die warme Tunkmasse, welch' letztere sich in einer flachen offenen Pfanne befand. Vornüber gebeugt atmete er fortwährend die aufsteigenden Phosphordämpfe ein. Die getunkten Hölzer wurden alsdann in die Trockenkammern befördert, wobei die Arbeiter, um die Trockengestelle mit Rahmen zu füllen, bezw. die Rahmen mit getrockneten Hölzern zu entfernen, die oft genug mangelhaft ventilierten, mit Phosphordämpfen erfüllten Räume betreten mussten. Die getrockneten Hölzer gelangten in die Abfüllräume, in denen gleichzeitig die erste Verpackung in Schachteln

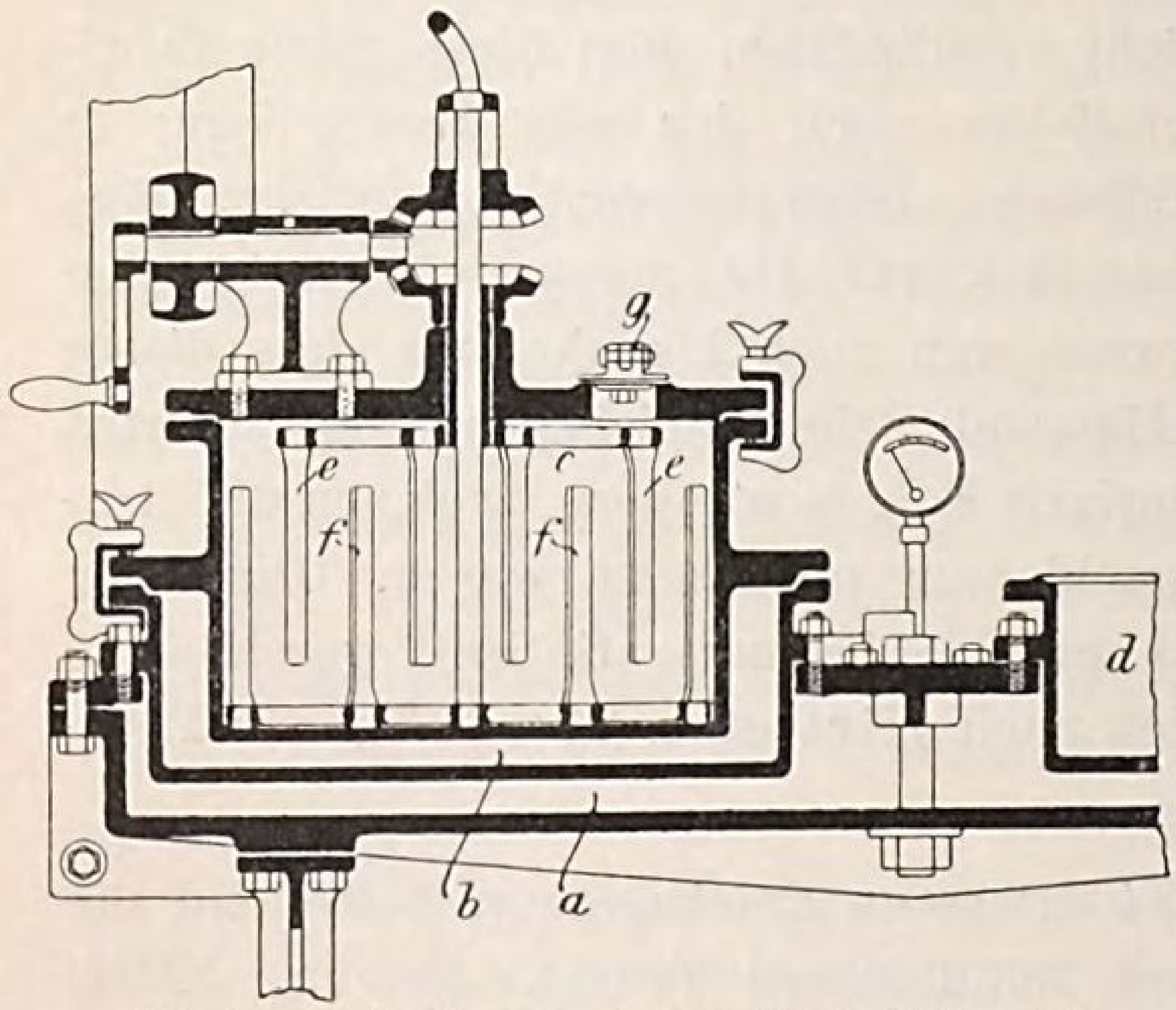
oder Papierhülsen stattfand. In diesen Räumen, in denen die grösste Anzahl von Personen beschäftigt war, gingen, abgesehen von der bei dieser Arbeit unvermeidlichen unmittelbaren Berührung der Hände mit den Zündhölzern, von den grossen Quantitäten gerade hier stets vereinigter fertiger Hölzer massenhafte Phosphorausdünstungen aus. Denkt man sich diese Räume ohne sehr ausgiebigen Luftraum und wirksame Lüftungseinrichtungen, so ist leicht verständlich, dass diese ganze Fabrikationsweise, wie sie im wesentlichen noch der von Eulenberg in seinem 1876 erschienenen Handbuche beschriebenen entspricht, eine fortlaufende Reihe von die Gesundheit auf das äusserste schädigenden Beschäftigungen darstellte, und wenn nun noch hinzukommt, dass dieser Fabrikationszweig vielfach als Hausindustrie betrieben wurde, so wird sich niemand mehr über die traurigen Folgen wundern, welchen die denselben ausübenden Bevölkerungsschichten ausgesetzt waren. Dieselben bilden in ihrer Gesamtheit das im I. Abschnitt, S. 106, geschilderte Bild der Phosphornekrose, an der nach Hirt etwa 11—12 °/₀ der Phosphorarbeiter litten.

Das unter dem 13. Mai 1884 erlassene Reichsgesetz, betreffend die Anfertigung und Verzollung von Zündhölzern (vergl. Abschn. XVII) brachte zunächst die wichtige Bestimmung, dass die Anfertigung von Zündhölzern unter Verwendung weissen Phosphors von dem Vorhandensein einer ausschliesslich für die Herstellung von Zündhölzern benutzten Anlage abhängig sein solle. Damit ist dieses gefährliche Fabrikationsverfahren dauernd aus der Hausindustrie verbannt. Dann enthalten die vom Bundesrat unter dem 11. Juli desselben Jahres erlassenen Ausführungsbestimmungen zu dem Gesetz eine Reihe sachgemässer, gegen die einzelnen Schädlichkeiten der Fabrikationsweise gerichteter Anordnungen. In erster Linie wird die besonders wichtige Trennung der Räume, in welchen die verschiedenen gefährlichen Arbeiten vorgenommen werden, von anderen ungefährlichen Arbeits- und Geschäftsräumen angeordnet, um die Gefahr zu lokalisieren und eine Übertragung der gesundheitsschädlichen Einflüsse zu verhindern.[1]) Es müssen daher für das Zubereiten der Zündmasse, das Betunken der Hölzer, das Trocknen derselben, das Abfüllen und ihre erste Verpackung besondere Räume vorhanden sein. Diese dürfen für gewöhnlich nur untereinander, nicht aber mit anderen Räumen in Verbindung stehen und nur für diejenigen Zwecke Verwendung finden, für die sie bestimmt sind.

[1]) Wir folgen hier im wesentlichen der Bearbeitung des Gegenstandes von Oppler im Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Bd. II, 2. Hälfte, S. 49 ff. Berlin 1891.

Von den einzelnen Manipulationen darf die Bereitung der Zündmasse nur noch in luftdicht geschlossenen Gefässen vorgenommen werden. Die Technik hat derartige Apparate nach und nach in hoher Vollkommenheit zur Verfügung gestellt. Im Prinzip bestehen dieselben aus einem durch ein Wasserbad erhitzten Kessel mit verschliessbarem Deckel, einem Rührwerk und einer Füllöffnung, die mit einem Sicherheitsventil versehen ist. Besonders empfohlen wird der in Fig. 734 abgebildete Apparat von Beck & Henkel in Kassel.

Fig. 734.



Zündmassekochapparat von Beck & Henkel in Kassel.

Der für Handbetrieb sowohl wie für Transmissionsbetrieb eingerichtete Apparat besteht aus dem festverschraubten Dampfbehälter a, einem verschlossenen eisernen Topf für heisses Wasser b, und einem Massekochtopf c mit Rührwerk. Ein zweiter, unverschlossener Wassertopf d dient zum Kochen von Leim, bezw. heissem Wasser. Die Dichtungen des Massekochtopfes sind aufgeschliffen. Das in den letzteren eingesetzte Doppelrührwerk e f bearbeitet die Masse mechanisch gleichzeitig von zwei Seiten, wodurch eine innige Mischung erzielt wird. Das an dem Deckel des Massetopfes angebrachte Sicherheitsventil g ist so konstruiert, dass man durch dasselbe während des Kochens Phosphor, Farbe u. s. w. nachfüllen kann, ohne dass der Deckel gehoben zu werden braucht. Nach Beendigung der Mischung kann der Massekochtopf durch ein Hebewerk abgehoben und in das neben dem Apparat aufgestellte Kühlgefäss befördert werden. Für den Fall, dass kein Dampf zur Verfügung steht, kann der Apparat mit einigen Abänderungen auch für freies Feuer eingerichtet werden.

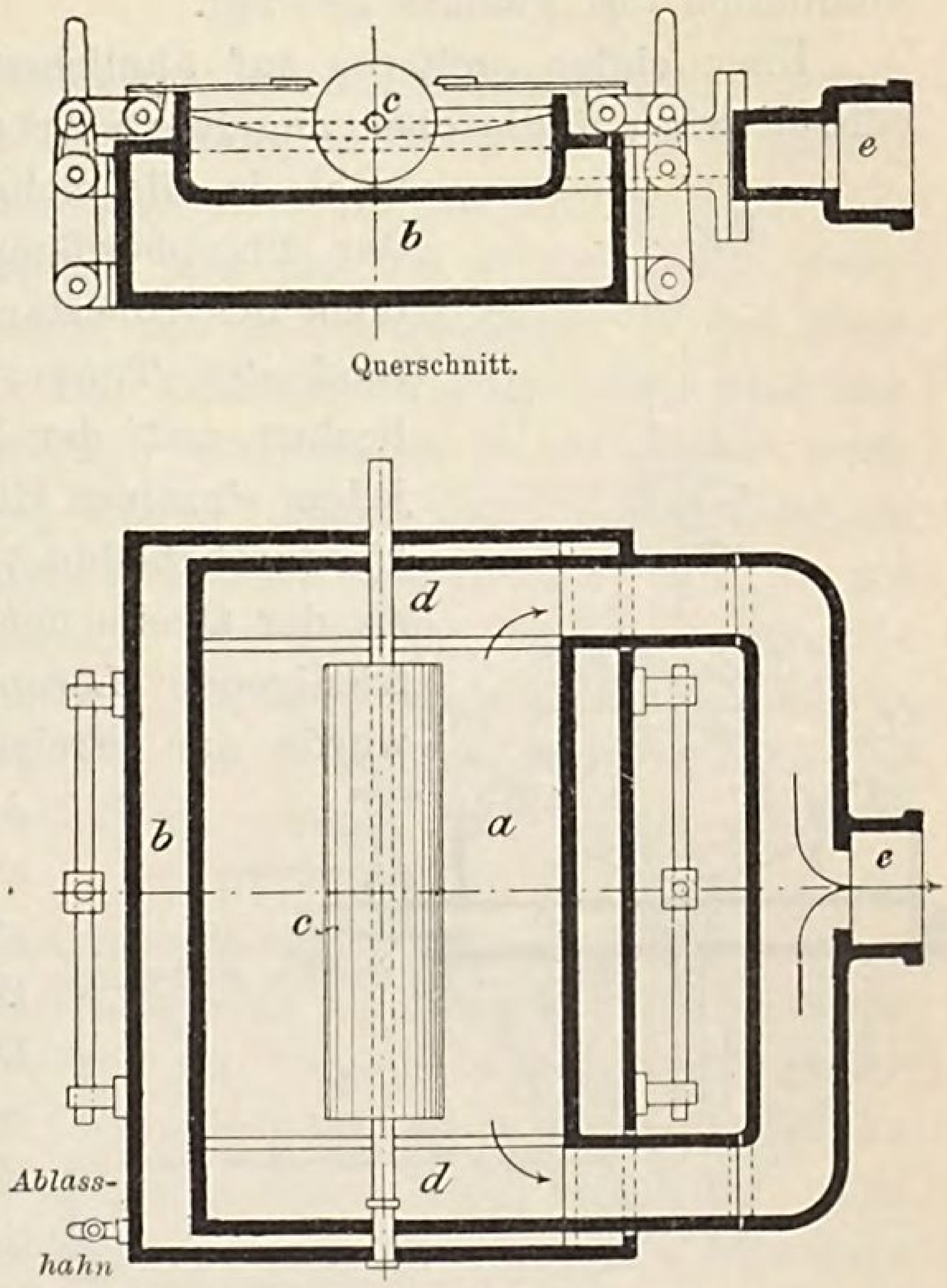
Da selbst bei Anwendung solcher luftdicht verschlossener Massekochapparate durch abnorme Umstände ein Austreten von Phosphordämpfen in den Arbeitsraum stattfinden kann, ist natürlich ausserdem eine wirksame Ventilation desselben anzuordnen.

Die heute geltende Vorschrift, dass bei dem Tunken der Hölzer die Phosphordämpfe nicht in den Arbeitsraum dringen dürfen, ist gleichbedeutend mit dem Verbote des Tunkens auf offener Platte. Die einfachste Art des Tunkens in einem abgeschlossenen Raum ist die, dass die Tunkplatte mit einem Kasten aus Holz, Eisen und Glas umgeben wird, von dessen Decke ein Dunstrohr nach dem Kamin führt. Der Rahmen mit den Hölzern wird durch einen seitlich angebrachten Schieber ein- und ausgeführt. Die erforderliche, verhältnismässig grosse Schieber-

öffnung bedingt indessen einen starken Zug des Schornsteins, um die schweren Phosphordämpfe am Entweichen in den Arbeitsraum zu verhindern, und erfahrungsmässig wird sehr häufig versäumt, den Schieber zu schliessen, wenn nicht getunkt wird. Der Schutz, den diese Vorrichtung gewährt, ist daher kein unter allen Umständen ausreichender. Besser bewährt haben sich die Walzentunkapparate, deren Prinzip aus Fig. 735 und 736 ersichtlich ist.

Der Massebehälter a hängt in einem Wasserkasten b. Der erstere ist mit einem Deckel versehen, über welchen die Walze c nur um ein Geringes hervorragt. Die mit den Hölzern versehenen Rahmen werden mit den Köpfen in vertikaler Richtung über die Walze geführt, an welcher die Tunkmasse haftet. An zwei gegenüberliegenden Seiten des Massebeckens läuft je ein horizontaler Kanal d zur Aufnahme der Phosphordämpfe. Diese beiden Kanäle vereinigen sich zu einem Dunstrohr e, welches mit einem Schornstein oder Exhaustor in Verbindung steht.

Fig. 735 u. 736.



Walzentunkapparat für Phosphormasse.

Eine zwar weniger einfache, aber äusserst sinnreich konstruierte Einrichtung ist die Massierungsmaschine von Beck & Henkel in Kassel (Fig. 737, S. 904).

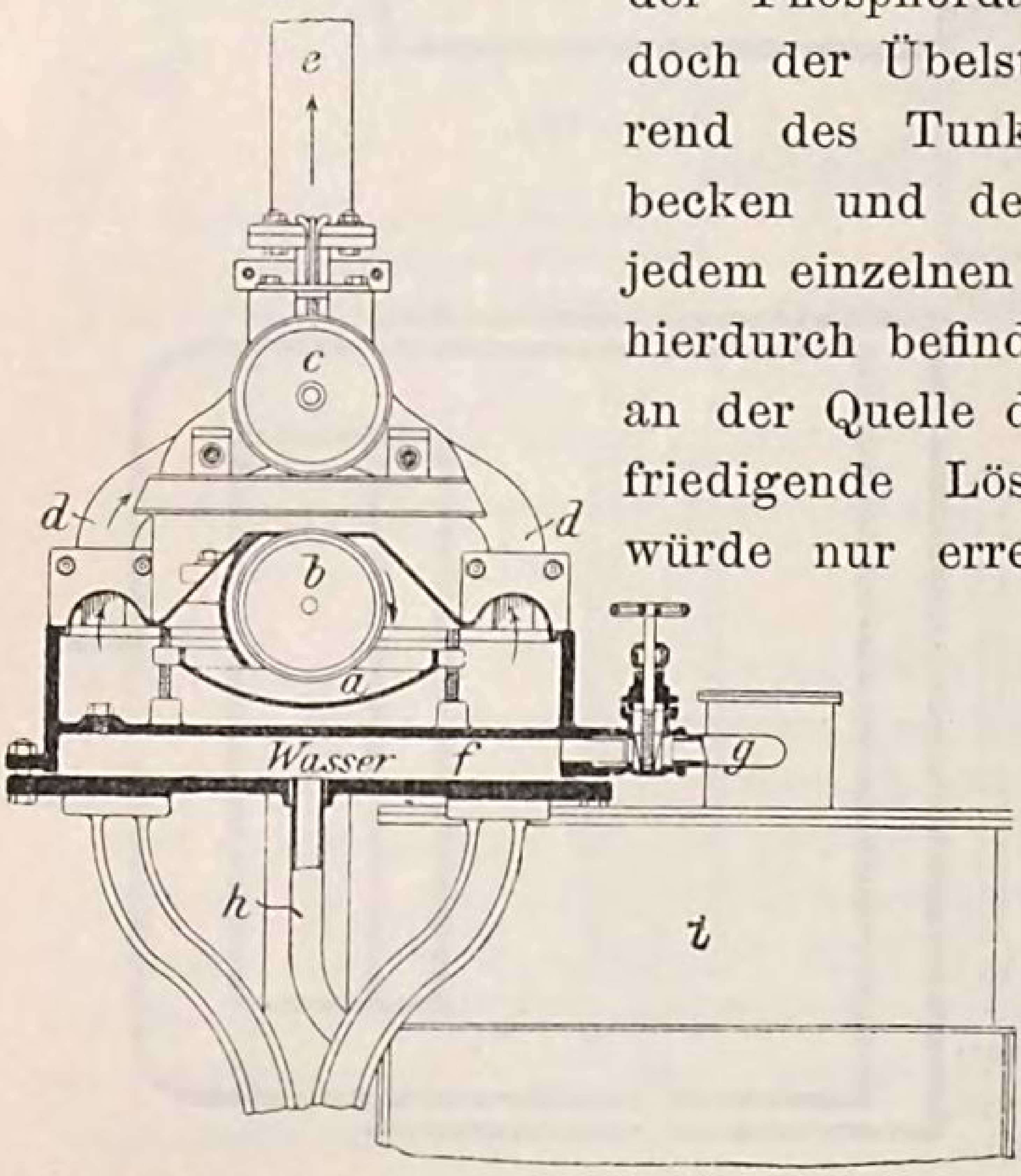
Die Zündmasse befindet sich in dem geschlossenen Behälter a, in welchem die zum Anbringen der Masse an die Hölzer dienende Walze b läuft. Die zweite, obere Walze c bezweckt das Aufdrücken des mit den Hölzern bespannten Rahmens, welcher zwischen den Walzen durchgeschoben wird, auf die untere Walze. Durch eine auf die Lager der oberen Walze wirkende Spannvorrichtung kann der auf die Hölzer auszuübende Druck reguliert werden, wodurch man jede gewünschte Stärke der Zündköpfe erreicht; demselben Zweck dienen neben der unteren Walze angebrachte Abstreicher. Die sich aus der Zündmasse entwickelnden Phosphordämpfe werden durch die seitwärts an dem Zündmassebehälter befindlichen Rohre d abgesaugt, welche durch das Dunstrohr e mit dem Schornstein in Verbindung stehen. Der Zündmassebehälter hängt in einem mit Wasser gefüllten Heizkessel f, der durch zwei Röhren g und h mit der Wärmekammer i in Verbindung steht. Durch Abstellen des oberen Rohres mittels eines eingeschalteten Hahnes kann die Zirkulation des Wassers abgestellt und dadurch der Zündmasse jede gewünschte Temperatur gegeben

werden. Am inneren Boden der Maschine befinden sich zwei Verschlussschrauben, durch deren Entfernung ein etwaiges Ansetzen der Zündmasse am Boden des Behälters durch die aufsteigenden Wasserschwaden verhindert werden kann.

Mit dieser Maschine wird eine vorzügliche Ventilation bewirkt. Durch die Heizvorrichtung wird eine Erwärmung der Luft in den Abzugsrohren und ein Zug erreicht, der nicht nur die in dem Zündmassebehälter entstehenden Phosphordämpfe, sondern sogar noch durch die Schlitze neben der Walze einen Teil der umgebenden Luft mit fortreisst und so zur Ventilation des Raumes beiträgt.

Über einige weitere, auf ähnlichem Prinzip beruhende Apparate müssen wir auf die oben angeführte Arbeit von Oppler verweisen. Obwohl sie alle mehr oder weniger die Beseitigung der Phosphordämpfe erreichen, so haftet ihnen doch der Übelstand an, dass der Arbeiter während des Tunkens unmittelbar an dem Massebecken und der Walze sich aufhalten und mit jedem einzelnen Hölzerrahmen manipulieren muss; hierdurch befindet er sich fortwährend unmittelbar an der Quelle der Gefahr. Eine vollständig befriedigende Lösung der vorliegenden Aufgabe würde nur erreicht sein, wenn es gelänge, die Arbeit des Tunkens durch eine automatisch wirkende Einrichtung zu ersetzen. Dies ist durch die Higgin'sche Maschine erreicht. Die ungetunkten Hölzer werden bei derselben auf eine Kette ohne Ende gelegt und treten automatisch in den ventilierten Walzentunkapparat ein; die getunkten Rahmen verlassen auf der anderen Seite wieder den Apparat und werden selbstthätig kleinen Öffnungen in der Mauer der Trockenkammer zugeführt. Hier werden sie der Kette ohne Ende entnommen und der Trockenkammer einverleibt. Dadurch, dass die erstere in einem dicht verschlossenen, durch einen Exhaustor gelüfteten Gehäuse läuft, ist ein Eindringen von Phosphordämpfen in den Arbeitsraum vollständig ausgeschlossen, und der Arbeiter kommt mit den frisch getunkten Hölzern nur noch in dem Augenblick in Berührung, wo er dieselben durch die Maueröffnung der Trockenkammer einverleibt.

Fig. 737.



Zündmassetunkmaschine von Beck & Henkel in Kassel.

Die Räume, welche zum Trocknen der getunkten Hölzer dienen,

müssen von den Arbeitern betreten werden, wenn sie die Trockengestelle mit den Rahmen füllen und letztere wieder entfernen. Mit Rücksicht auf diesen zeitweiligen Aufenthalt ist daher dafür zu sorgen, dass die während des Trockens sich entwickelnden Phosphordämpfe durch eine wirksame Ventilation abgeführt werden und dass die Temperatur, sofern sie durch Heizvorrichtungen über die normale Höhe gebracht wird, vor dem Betreten durch Abstellung der Heizung und Öffnen der Thüren und Fenster oder durch besondere Lüftungseinrichtungen auf 35° C herabgemindert wird.

Zu den gefährlichsten Räumen der Zündholzfabriken gehören endlich die Abfüllräume, in denen regelmässig auch die erste Verpackung stattfindet und somit das zahlreichste Personal beschäftigt wird. Die Gefahr für dasselbe liegt, abgesehen von der bei dieser Arbeit unvermeidlichen unmittelbaren Berührung mit den Zündhölzern, in den Phosphorausdünstungen, welche von den Zündhölzern auch dann noch ausgehen, wenn sie vollständig trocken eingebracht werden. Die beste Sicherung gegen die Einwirkung dieser Dünste liegt erfahrungsmässig in der Gewährung eines möglichst grossen Luftraumes und in gut wirkenden Ventilationseinrichtungen. Zweckmässig ist es auch, den Arbeitstischen die im V. Abschnitt, S. 404, beschriebene Einrichtung zu geben. Da die Phosphorteilchen sich nach und nach an den Wänden ablagern, so sind die letzteren häufig zu reinigen und mit neuem Kalkanstrich zu versehen.

Die vorstehend beschriebenen Anordnungen, die alle das Ziel im Auge haben, die Phosphordämpfe möglichst am Eintritt in die Arbeitsräume zu verhindern, sind natürlich die weitaus wichtigsten. Treten dazu noch die in den §§ 7 und 13 der Bundesratsbekanntmachung enthaltenen Bestimmungen, welche die schädliche Einwirkung der, trotz aller Vorkehrungen, dennoch in die Umgebung des Arbeiters gelangten gefährlichen Dämpfe ausgleichen sollen, so dürfte zum Schutze des letzteren alles gethan sein, was überhaupt im Bereiche des Möglichen liegt, und bei gewissenhafter Durchführung aller Bestimmungen des Gesetzes sehen wir denn auch die Phosphorerkrankungen der Zündholzarbeiter seltener und seltener werden, und wo sie noch auftreten, lässt sich in der Regel irgend ein Verstoss gegen die bestehenden Vorschriften leicht nachweisen und abstellen.

Die Weissphosphor-Zündhölzer werden neuerdings mehr und mehr, zum Teil auch unter der Einwirkung der erschwerenden Fabrikationsbedingungen, welche durch das Reichsgesetz vom 13. Mai 1884 geschaffen sind, durch die sogenannten schwedischen Zündhölzer verdrängt. Die Zündmasse derselben besteht aus einer mit einem Binde-

mittel angemachten Mischung von Schwefelantimon und Kaliumchlorat. Die Entzündung erfolgt durch Reiben an einer rauhen Fläche, die zu mehr als der Hälfte aus amorphem Phosphor besteht. Amorpher Phosphor wird durch länger dauernde Erhitzung von gewöhnlichem Phosphor auf etwa 150° gewonnen. Das Erhitzen erfolgt in luftdicht verschraubten Gefässen, die weitere Verarbeitung des amorphen Phosphors unter Wasser. Besondere Schädlichkeiten, denen bei diesem Verfahren die Arbeiter unterworfen wären, sind nicht bekannt geworden.

Bei der Fabrikation der schwedischen Zündhölzer und der zugehörigen Reibflächen sind ebenfalls spezifische Erkrankungen in grösserer Zahl nicht beobachtet, doch dürfte nach dem im I. Abschnitt, S. 108, Gesagten diesem Fabrikationszweig in Zukunft immerhin etwas mehr Beachtung zu schenken sein.

d. Fabrikation künstlicher Düngstoffe. Leimfabrikation.

Fabrikation künstlicher Düngstoffe. In den Düngerfabriken werden mineralogische und tierische Rohstoffe verarbeitet. Ein grosser Teil der Mineralsubstanzen muss durch Behandeln mit starken Säuren aufgeschlossen werden; dabei entweichen häufig ätzende und giftige Dämpfe, durch die in erster Linie die Arbeiter, in zweiter die Anwohner und die umgebende Vegetation geschädigt werden. Ausreichende Ventilation der Arbeitsräume, Vornahme der betreffenden Operationen in gasdicht geschlossenen Apparaten, sowie Abführung der Gase durch gutziehende Schornsteine von genügender Höhe sind die hier allgemein in Betracht kommenden Schutzmaassnahmen. Fast alle Düngemittel werden in Gestalt eines feinen Pulvers in den Handel gebracht. Beim Mahlen und Sieben der Stoffe ist daher Staubbildung unvermeidlich. Die Arbeiter sind dagegen durch alle im V. Abschnitt angegebenen Maassnahmen zur Staubverhütung zu schützen. Die Abwässer der Düngerfabriken dürfen nur in die öffentlichen Wasserläufe eingelassen werden, wenn sie vorher von fäulnissfähigen Substanzen befreit sind. — Im einzelnen ist noch auf Folgendes aufmerksam zu machen.

1. Mineraldünger.[1]) Die wichtigsten mineralischen Rohstoffe für die Herstellung von Superphosphat bilden die Phosphorite. Alle diese Stoffe werden fein gemahlen und dann in mit Rührwerk versehenen Gruben mit Schwefelsäure aufgeschlossen. Infolge des Gehalts der Phosphorite an Fluorcalcium entwickelt sich dabei die sehr gefährliche Fluorwasserstoffsäure, bezw. durch die vorhandenen Silikate Kieselfluorwasser-

[1]) Über die Verarbeitung der Thomasschlacke ist im XI. Abschnitt, S. 765 berichtet.

stoffsäure. Falls das Aufschliessen nicht, wie in neuerer Zeit fast durchweg, in ganz geschlossenen Apparaten vorgenommen werden kann, so dürfte sich folgende Einrichtung empfehlen:[1])

Man umgiebt die Grube allseitig mit Rollläden oder überbaut dieselbe mit einem viereckigen Gestell aus Bankholz, in welchem auf jeder Seite zwei doppelflügelige Thüren hängen. Auf dem Gestell befindet sich ein umgestülpter Holztrichter, welcher als Dunstfang wirkt und von dem ein Dunstrohr in den Hauptfabrikschornstein führt. Zum Durchschaufeln des Materials wird zeitweilig nur eine der Thüren geöffnet; da also nur immer der achte Teil der ganzen Umwandung offen steht, findet noch genügender Zug nach innen statt, um die Absaugung nicht ausser Kraft treten zu lassen.

Wird der Prozess des Aufschliessens in geschlossenen, mit Rührwerk versehenen Apparaten vorgenommen, so sind die Gase abzusaugen und die Fluorwasserstoffsäure ist in einer Kammer, in der Wasser verspritzt wird, niederzuschlagen. Die verdünnte Säure, die sich am Boden der Kammer sammelt, wird mittels eines Hebers abgehoben und mit Kalk neutralisiert. Um die letzten Spuren des Gases unschädlich zu machen, leitet man dasselbe endlich durch einen längeren Kanal, der mit Feuersteinen gefüllt ist und mit Wasser berieselt wird. Aus der Fluorwasserstoffsäure bildet sich dabei Kieselfluorwasserstoffsäure, die durch das Wasser zersetzt wird.

2. Knochenmehlfabrikation.[2]) Die Herstellung von künstlichem Dünger aus Knochen ist infolge der dabei auftretenden üblen Gerüche eine der belästigendsten Fabrikationsweisen für die Anwohner und birgt in ihren verschiedenen Stadien mannichfache Schädlichkeiten für die Arbeiter. Schon die Ansammlung und Lagerung des Rohmaterials erfordert besondere Vorkehrungen zur Verhütung solcher Schädlichkeiten. Die Knochen sind fast nie frei von anhaftenden Weichteilen. Die Knochenlager entwickeln infolge der Verwesung derselben flüchtige Fettsäuren, sonstige Verwesungsprodukte, und selbst bei verhältnismässig reinen Knochen enthält das verdunstende Wasser faulige Riechstoffe. Es ist schwierig, diesen Übelständen zu begegnen; sie lassen sich mindern, aber kaum ganz beseitigen. Da mit den Knochen eine Reihe vorbereitender Manipulationen vorgenommen werden, zu deren Vornahme Arbeiter den Lagerraum betreten müssen, ist vor allem für dauernden reichlichen Luftzutritt zu sorgen, da in verschlossenen Räumen in dem Maasse, als Sauerstoff zur Verwesung der organischen Stoffe gebraucht wird, sich irrespirable Gase, besonders Kohlensäure bilden. Gewöhnlich findet daher die Lagerung der Knochen in hohen, bedeckten, an den Seiten offenen Hallen statt, bei denen nur die Wetterseite allenfalls mit Brettern verschlagen ist.

[1]) Bericht der Verwaltung der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie im Jahre 1892, S. 34.

[2]) Wir folgen hier zum Teil der Darstellung von Oppler, a. a. O. S. 123.

Der Fussboden der Räume wird zweckmässig mit glattem Pflaster versehen und ist nach jedesmaliger Entleerung einer der Abteilungen des Lagerraums gründlich zu reinigen und zu desinfizieren; ebenso sollte der Hof der Fabrik glatt gepflastert und wöchentlich mehrmals gereinigt und desinfiziert werden. Die Knochen sind möglichst frisch zu bearbeiten, damit sie nicht erst in Fäulnis übergehen. Die Lagerung nasser, mit Fleischteilen behafteter Knochen ist zweckmässig ganz zu verbieten.[1])

Um die Knochen zu entfetten, werden dieselben mit Wasser gekocht, durch Dampf ausgedämpft oder durch Benzin, bezw. durch Schwefelkohlenstoff ausgezogen. Da letzteres Verfahren die grösste Ausbeute liefert, kommt es mehr und mehr in Aufnahme. Dasselbe bedeutet in hygienischer Beziehung einen Fortschritt, weil die Benzinextraktion der Knochen in vollkommen geschlossenen Apparaten vor sich geht, während beim Sieden der Knochen in offenen Gefässen flüchtige Fettsäuren und andere widerliche Riechstoffe auftreten, die mittels Dunsthauben aufgefangen und in einen hohen Schornstein oder unter eine Feuerung geführt werden müssen. Dagegen ist bei dem Benzinverfahren mit der sehr erheblichen Feuer- und Explosionsgefährlichkeit zu rechnen. Bei der Fettextraktion mittels Benzin werden verschiedene Methoden angewandt, die in Einzelheiten mehr oder weniger von einander abweichen. Das Benzin beschreibt dabei einen fortwährenden Kreislauf, bald ist es dampfförmig, bald flüssig, nimmt Fett auf und giebt solches wieder ab. Daneben spielen Kühlwasser und Wasserdampf eine wichtige Rolle, so dass zu dem richtigen und gefahrlosen Gange eine genaue Kenntnis und vorsichtige Handhabung des Apparates gehört. Es ist ferner dafür zu sorgen, dass die Benzindämpfe nicht zu irgend einer Feuerquelle gelangen können. Näheres über diesen Gegenstand, der mehr in das Gebiet der Unfallverhütung gehört, siehe bei Oppler a. a. O. S. 124.

Nach der Entfettung werden die Knochen getrocknet, zerkleinert und gemahlen.

3. Poudrettefabrikation. Die Poudrettefabrikation bezweckt die Gewinnung des Düngers in fester Form aus den menschlichen Exkrementen. Da der Grubeninhalt im Mittel 96 % Wasser und nur 0,35 % Stickstoff nebst 0,2 % Phosphor enthält, so besitzt 1 cbm Grubeninhalt einen theoretischen Wert von 5 M. Daraus geht schon hervor, dass die Verarbeitung desselben auf Poudrette ein wirtschaftlich unrationelles Verfahren ist. Man kommt daher immer mehr von demselben ab und verwertet die städtischen Abfallstoffe durch Berieselung.

Die Poudrettefabrikation ist durch die dabei entstehenden üblen Ge-

[1]) Vergl. Amtliche Mitteilungen 1887, S. 234.

rüche höchst belästigend für die Umgebung. Sanitäre Übelstände für die Arbeiter erwachsen aus der Entstehung von Gasen bei der Behandlung mit Schwefelsäure und der Staubentwickelung beim Mahlen. Wie beides nach Möglichkeit zu verhindern ist, ergiebt sich aus folgenden

Genehmigungsbedingungen für eine Poudrettefabrik.

1. Die Anfuhr der Fäkalien hat in hermetisch verschlossenen Tonnen zu geschehen, und die Sammelgruben sind nicht nur vollkommen undurchlässig gemauert und hermetisch verdeckt zu erhalten, sondern gleich wie die Darre nicht im Freien zu belassen, vielmehr in einem überdachten und umschlossenen Raum unterzubringen.

2. Die Fäkalien müssen derartig aus den Fässern in die Sammelgruben abgelassen werden, und ebenso hat das Überpumpen des Urins aus einer Grube in die andere und das Aufpumpen der Fäkalien in den Verdampfapparat mit solchen Pumpen und unter beständigem Verschluss der Gebäude und Gruben durch geschlossene Leitungen zu geschehen, dass das Entweichen übelriechender Gase bei diesen Manipulationen ganz ausgeschlossen ist.

3. Die leeren Fäkalientonnen dürfen nicht frei auf dem Fabrikplatze, sondern müssen in dicht verschlossenem Schuppen aufbewahrt werden.

4. Die Fäkalien sind so früh, als dies nur irgend Anfuhr und Betrieb gestatten, mit Schwefelsäure zu versetzen. Ungesäuerte Vorräte oder Zwischenprodukte dürfen auf dem Fabrikplatze nicht aufbewahrt werden. Das Fabrikat muss ebenfalls so aufbewahrt und gelagert werden, dass es üblen Geruch in die Nachbarschaft nicht verbreitet.

5. Unreine oder übelriechende Abfälle fester oder flüssiger Art dürfen nicht auf dem Fabrikplatze belassen, sondern müssen — die letzteren in hermetisch verschlossenen Gefässen — abgefahren werden.

6. Die aus dem Verdampfungsapparat entweichenden Gase sind durch eine Kondensationsvorlage und durch Flüssigkeiten zu leiten, welche alle übelriechenden Gase absorbieren.

7. Die Gase, welche aus der Darre entweichen, sind über das Feuer des Dampfkesselrostes behufs Verbrennung hinwegzuführen. Sollte die Kesselheizung unterbrochen werden, während der Betrieb der Darre fortgesetzt wird, so sind die Gase über einem besonderen, vor dem Dampfschornstein liegenden Reserverost zu verbrennen.

8. Das die Darre umfassende Gebäude muss während des Darrbetriebes möglichst dicht geschlossen gehalten werden.

9. Der Mahlraum ist so zu ventilieren, dass der die Mühle bedienende Arbeiter nicht unter dem Staube des Dungpulvers zu leiden hat, eventuell sind demselben geeignete Respiratoren zur Verfügung zu stellen.

Leimfabrikation. Zu den leimgebenden Substanzen gehören das Bindegewebe, die Haut, Sehnen der Wirbeltiere, sowie Knochen und Horn. Das Fabrikationsverfahren gestaltet sich etwas abweichend je nach dem Material, welches verarbeitet wird.

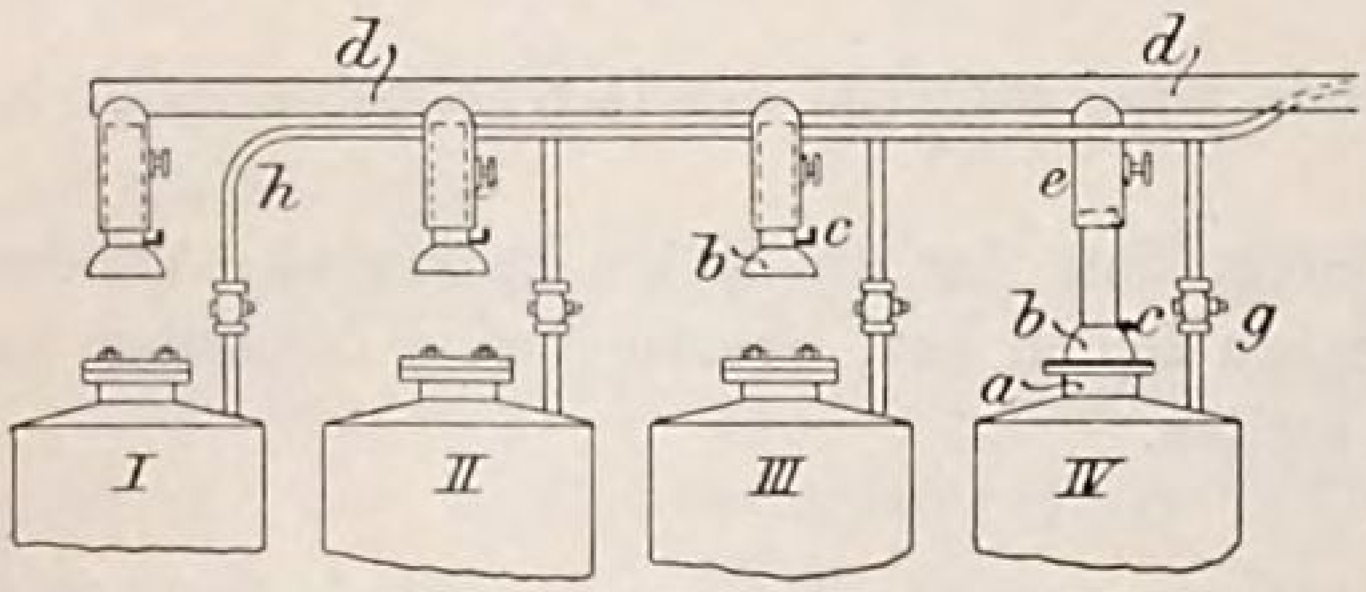
Lederleim wird bereitet hauptsächlich aus den Abfällen der Schlachthäuser und Gerbereien. Zur Reinigung und um eine grössere Haltbarkeit derselben zu erzielen, werden die Abfälle, das sogenannte Leimgut, in Kalkäschern, d. h. in grossen Gruben mit dünner Kalkmilch behandelt. Durch Waschen werden sie von dem anhängenden

Kalk befreit, getrocknet und in offenen Siedekesseln oder in geschlossenen Gefässen unter Druck gesiedet, wodurch das Leimgut eingeschmolzen wird. Ist die entstehende Gallerte hinreichend geklärt und etwas abgekühlt, so wird sie in Formen gegossen, in welchen sie zu Blöcken erstarrt, die zu Leimtafeln zerschnitten und dann getrocknet werden.

Knochenleim wird aus den vorher entfetteten Knochen (s. Knochenmehlfabrikation) durch Auslaugen mit Salzsäure und nachheriges Sieden oder in geschlossenen Hochdruckapparaten durch Einwirkung gespannter Dämpfe gewonnen. Das weitere Verfahren ist dann dasselbe wie beim Lederleim.

Die Leimfabrikation gehört unter die konzessionspflichtigen Gewerbe, weil dieselbe ohne die erforderliche Vorsicht durch Gerüche und verunreinigte Abwässer die Umgebung schädigen kann. Beim Kalken nicht mehr frischer Abfälle entsteht ein unangenehmer Geruch nach Schwefelammonium oder Ammoniak. Die kalkhaltigen Mazerationswässer enthalten flüchtige Fettsäuren. Wo sie also nicht direkt mit Erde vermischt als Düngemittel benutzt werden können, müssen sie mit Chorkalk behandelt werden, um das Freiwerden derselben zu verhüten. Das Waschen des gekalkten Leimgutes kann in fliessendem Wasser vorgenommen werden, wenn die Flüsse hinreichend gross sind. Gebraucht man zum Spülen Bottiche, so erfordern die Spülwässer, ehe sie in Kanäle oder Rinnen abgelassen werden, eine vorherige Reinigung in Schlammkästen. Wird das gekalkte Leimgut nicht unmittelbar weiterverarbeitet, so kann der getrocknete Kalk in Staubform schädlich wirken. Beim Verladen und Öffnen der Ballen sind die Arbeiter durch vorgebundene Tücher zu schützen. Beim Sieden des Leimgutes in offenen Gefässen entwickelt sich Ammoniak, bezw. Schwefelammonium. Beim Behandeln der Knochen mit Salzsäure und beim Sieden derselben in offenen Gefässen ist für Ableitung der entstehenden Gase und Dämpfe in einen Kamin oder unter eine Feuerung Sorge zu tragen. Die Siedewässer gehen leicht in Fäulnis über und verbreiten einen höchst widerlichen Geruch. Man kann sie als Düngemittel benutzen, wenn man sie mit Kalk vermischt. Setzt man ihnen verdünnte Schwefelsäure zu, so kann man sie bei der Düngerfabrikation zum Aufschliessen der Phosphorite benutzen (s. S. 906). Ein Verfahren zur Leimextraktion vermittels gespannter Dämpfe, welches jede Belästigung durch schädliche und übelriechende Dämpfe ausschliesst, ist das in der chemischen Fabrik von Th. Pyrkosch in Ratibor geübte:

Fig. 738.



Knochenleim-Extraktionsbatterie mit Abführung der Gase.

Das Dämpfen der Knochen geschieht hier in starken, aus Kesselblech hergestellten Zylindern I—IV. Beim Dämpfen der Knochen bei offener Füllöffnung a wird das mit einem Trichter b, welcher genau der Füllungsöffnung angepasst ist, und Verschlussklappe c versehene Rohr e, das sich in einem am Abzugsrohr d befindlichen Stutzen bewegen und in jeder Höhe feststellen lässt, vollständig herabgelassen und die Verschlussklappe geöffnet (Kessel IV). Die Gase haben dann freien Abzug in das unter den Rost der Kesselfeuerung führende Rohr d, ohne in den umgebenden Raum eintreten zu können. Beim Ablassen der gespannten Dämpfe nach Schluss einer Operation tritt bei Öffnung des Hahnes g der die übelriechenden Gase mit sich führende Dampf in das Rohr h, welches am Ende der Batterie in das Rohr d dergestalt eingeführt ist, dass auch diese Gase direkt unter die Feuerung gelangen.

Da, wo die Leimlösung noch einem Bleichverfahren unterzogen wird, indem man durch Verbrennen von Schwefel in Schwefelöfen erzeugte schweflige Säure durch die Lösung hindurchgehen lässt, ist für eine Absaugung der letzteren durch Exhaustoren Sorge zu tragen.

B. Forstwirtschaftliche Nebenprodukte. Heiz- und Leuchtstoffe. Öle, Fette und Firnisse. Harze.

Die Brennstoffe und ihre Verarbeitung. Als Brennstoffe bezeichnet man diejenigen organischen Stoffe, welche — entsprechend erwärmt — sich unter Licht- und Wärmeentwickelung mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft wesentlich zu Kohlensäure und Wasser verbinden[1]). Die für uns in Betracht kommenden Brennstoffe — Holz, Braunkohle und Steinkohle — bestehen hauptsächlich aus Zellstoff oder sind daraus entstanden, indem durch Abspalten von Wasser, Kohlensäure und Methan kohlenstoffreichere Reste zurückbleiben. Wir beschäftigen uns hier mit ihrer Verarbeitung nur insoweit, als dabei sanitäre Rücksichten in Frage kommen.

1. Holz. Lufttrockenes Holz enthält 12 bis 20 $^0/_0$ Wasser. Das Wasser vermindert den Brennwert des Holzes nicht nur dadurch, dass die gleiche Menge weniger brennbare Stoffe enthält, sondern auch dadurch, dass dasselbe verdampft werden muss. Wird Holz über 150^0 erhitzt, so wird dasselbe entgast. Es entweichen Wasser, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe, dann Methylalkohol, Essigsäure u. dergl., während die zurückbleibende Kohle mit steigender Temperatur kohlenstoffreicher wird.

[1]) R. v. Wagner, Handbuch der chemischen Technologie. XIII. Auflage. Leipzig 1889.

Wo es nicht auf die Verwertung der Destillationsprodukte ankommt, geschieht die Verkohlung in Meilern, sonst meist in Retorten, ähnlich den Leuchtgasretorten (s. weiter unten). Die bei der trockenen Destillation des Holzes sich entwickelnden Produkte werden durch einen Kühlapparat geleitet. Teer, Äthylalkohol und Essigsäure verflüssigen sich und werden in Bottiche oder zementierte Gruben abgelassen, in denen sich der Teer von der wässerigen Flüssigkeit scheidet. Die letztere wird der fraktionierten Destillation unterworfen. Zunächst geht Holzgeist (Methylalkohol) über, der in Kolonnenapparaten gereinigt wird, dann Holzessig, der zum Teil noch verwandt, zum Teil behufs Reinigung durch Kohle filtriert, oder zunächst in ein Calcium- oder Natriumsalz übergeführt und daraus durch Destillation mit Schwefelsäure wieder abgeschieden wird.

In sanitärer Beziehung ist zu beachten, dass beim Verkohlen des Holzes in Meilern die gasförmigen Verbrennungsprodukte in die Umgebung gelangen. Da das Verkohlen gewöhnlich in abgelegenen Waldgegenden geschieht, werden daraus Belästigungen nur in seltenen Fällen erwachsen. Unter Umständen kann indessen eine Schädigung der Vegetation dadurch herbeigeführt werden. Das Entweichen von Kohlenoxyd kann nur bei der grössten Unvorsichtigkeit gefährlich wirken, wenn sich z. B. die Arbeiter auf die Kohlenmeiler zum Schlafen legen. Bei der trockenen Destillation in Retorten ist den in der Kühlvorrichtung nicht kondensierten übelriechenden und leicht entzündlichen Gasen besondere Beachtung zu schenken. Dieselben sind in einem mit der Kühlschlange verbundenen Gassammler aufzufangen und, falls sie nicht zu Leuchtzwecken verwandt werden, unter die Retortenfeuerung zu leiten.

Bei der Destillation des Natriumsalzes des Holzessigs mit Schwefelsäure ist darauf zu achten, dass eine vollkommen reine Schwefelsäure verwandt wird. Enthält dieselbe Salpetersäure oder salpetrige Säure und entsteht infolgedessen eine Verbindung von essigsauren und salpetersauren Salzen, so kann bei der Glühhitze am Boden des Kessels der Sauerstoff der Salpetersäure auf den Kohlenwasserstoff der Essigsäure oxydierend einwirken und eine heftige Explosion veranlassen[1]).

2. Braunkohle[2]). Der Wassergehalt der frisch geförderten Braunkohle beträgt bis 60%, der der lufttrockenen 15 bis 20%. Ihre Verwendbarkeit zu Heizzwecken wird wesentlich gefördert durch Trocknen und Pressen (sogen. Brikettieren).

Das Trocknen geschieht in Öfen von verschiedener Konstruktion entweder durch Feuergase, durch Dampf, durch erhitzte Luft oder durch Dampf und heisse Luft. Das gemeinsame Prinzip bei allen diesen Trockenöfen ist das, dass die Kohle durch maschinelle Vorrichtungen in Bewegung erhalten und so allmählich in allen ihren Teilen der Einwirkung des austrocknenden Agens ausgesetzt wird. Die getrocknete Kohle fällt in einen meist unter dem Trockenofen angebrachten Sammelraum, wo sie

[1]) Eulenberg, Handbuch der Gewerbehygieine, S. 421. Berlin 1876.

[2]) Über die trockene Destillation der Braunkohle s. unter „Mineralölindustrie".

eine Nachtrocknung erfährt. Manche Kohlensorten müssen noch gequetscht und gesiebt werden, um ein gleichmässiges Korn zu erzielen und Unreinigkeiten zu entfernen. Dann gelangt die Kohle zu den Pressen. Der Transport von einer Station zu der anderen wird durch Schnecken und Elevatoren bewerkstelligt.

Da das trockene Braunkohlenpulver sich sehr leicht entzündet und der die sämtlichen Räume erfüllende Staub Brände und Explosionen zu vermitteln und in ihrer Wirkung zu erhöhen geeignet ist, auch die Briketts, wenn sie noch warm die Presse verlassen, zur Selbstentzündung neigen, gehören Brände und Explosionen mit Gefährdung von Menschenleben in den Brikettfabriken nicht zu den Seltenheiten. Dieselben entstehen meist in den Trockenöfen und den Transportvorrichtungen. Es sind daher beim Betriebe dieser Anlagen Einrichtungen zu treffen, um Explosions- und Feuersgefahr nach Möglichkeit einzuschränken, wie sie u. a. durch eine Polizeiverordnung der Königlichen Regierung zu Frankfurt a. O. vom 11. Juni 1888 vorgeschrieben werden[1]). Namentlich sind Einrichtungen zu treffen, um die Transportvorrichtungen und Trockenräume möglichst staubfrei zu erhalten.

3. Steinkohle. Das Entgasen der Steinkohle durch trockene Destillation (Verkoken) hat den doppelten Zweck, die für Beleuchtungszwecke wertvollen Kohlenwasserstoffe zu gewinnen (siehe Leuchtgasfabrikation) und den Kohlenstoffgehalt zu vergrössern, um mit den Koks eine höhere Temperatur als mit den Steinkohlen hervorbringen zu können. Im ersteren Falle wird der Koks als Nebenprodukt gewonnen, im letzteren Falle ist seine Gewinnung Hauptzweck. Bei allen beiden Prozessen, der Leuchtgasfabrikation wie der Koksbereitung, bilden weitere wichtige Nebenprodukte der Teer, der wieder das Ausgangsmaterial für andere wichtige Industrieen bildet (s. Fabrikation organischer Farbstoffe), und das Ammoniak.

Die Verkokung der Steinkohle geschieht gegenwärtig fast ausschliesslich in geschlossenen Koksöfen, und zwar hat die steigende Bedeutung, welche die Gewinnung von Teer und Ammoniak als Nebenprodukten mit der Zeit erlangt hat, die älteren Ofenkonstruktionen, bei denen die sämtlichen bei der trockenen Destillation entstehenden Gase und Dämpfe zur Heizung des Ofens verwandt werden, mehr und mehr verdrängt. In neuerer Zeit werden vielfach mit vorzüglichem Effekt Koksöfen mit Siemens'schen Gasregeneratoren verwandt.

Seitdem man in den vervollkommneten Öfen die nicht kondensierbaren Gase verbrennt, haben die bei den älteren Verfahren nicht unerheblichen Belästigungen der Umgebung durch entweichende Gase fast ganz aufgehört. Die Schädlichkeiten, denen die Arbeiter bei der Koks-

[1]) S. Amtliche Mitteilungen 1888, S. 173. — Ähnliche Verordnungen sind von den Oberbergämtern zu Halle, Klausthal, Breslau und Bonn erlassen (vergl. Abschn. XVII).

bereitung ausgesetzt sind, sind dieselben wie bei der Leuchtgasfabrikation. Wir verweisen daher auf dieses Kapitel.

Leuchtgasfabrikation. Die Leuchtgasfabrikation wird im allgemeinen nicht unter die besonders gesundheitsschädlichen Gewerbe gerechnet. Immerhin bietet das Fabrikationsverfahren einige Momente dar, die vom hygienischen Standpunkte ein Interesse beanspruchen. Die Gasanstalten gehören wie die Koksbereitungsanstalten zu den nach § 16 der Gewerbeordnung genehmigungspflichtigen Anlagen.

Als Material für die Gasgewinnung dient die Steinkohle. Dieselbe wird in Retorten, welche früher aus Eisen, jetzt allgemein aus Chamotte hergestellt werden, auf Weissglut erhitzt und dadurch entgast. Als Heizmaterial dienen Koks, Teer oder Generatorgase. Der Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff der Kohle, sowie das Wasser, welches in derselben enthalten ist, und der Schwefel, der die Kohle fast immer in geringer Menge begleitet, gehen unter einander die mannichfachsten Verbindungen ein und entweichen als ein Gemisch von Gasen und Dämpfen aus der Retorte durch ein weites eisernes Rohr in eine Vorlage. In der Retorte bleiben als Rückstand die Koks zurück, die vor dem Einbringen einer neuen Charge herausgezogen und mit Wasser abgelöscht werden. Aus der Vorlage gelangt das Gas in den Kondensator, in dem sich aus dem Gas- und Dampfgemisch Teer und Gaswasser niederschlagen. Beide werden in Gruben gesammelt, wo sie sich vermöge ihres spezifischen Gewichts von einander scheiden, um dann der Weiterverarbeitung zugeführt zu werden. Zur Abscheidung des letzten Restes von Teer und Ammoniak wird das Gas durch eine Waschvorrichtung (Scrubber) geführt, in der es über von Wasser berieselten Koks geleitet wird. Mit noch einem gewissen Gehalt an Schwefelverbindungen und Kohlensäure geht das Gas in die eigentlichen Reinigungsapparate. Das Reinigen mit Kalkmilch, welches früher allgemein üblich war, hat neuerdings fast ganz der trockenen Reinigung durch Calciumhydrat bezw. der Eisenoxydreinigung (Laming'sche Masse) weichen müssen. Von den letztgenannten Reinigungsverfahren ist von besonderem sanitären Interesse das Kalk-Reinigungsverfahren. Der pulverförmig gelöschte Kalk wird mit Häcksel, Sägespänen, erschöpfter Gerberlohe oder dergleichen vermengt, um ihn zu lockern und den Durchgang des Gases zu erleichtern. Mehrere Schichten dieses Gemenges werden in dem luftdicht verschlossenen Reiniger auf Sieben ausgebreitet, und durch diese wird das zu reinigende Gas geleitet. Es nimmt die Schwefelverbindungen unter Bildung von Schwefelcalcium, die Cyanverbindungen unter Bildung von Cyancalcium, bezw. Schwefelcalcium und die Kohlensäure unter Bildung von Calciumcarbonat auf.

Die Arbeiter der Leuchtgasfabriken haben zunächst, soweit sie mit der Feuerung, dem Beschicken und Entleeren der Retorten betraut sind, wie alle Feuerarbeiter, unter dem Wechsel der Temperatur zu leiden. Zahlreiche Unfälle, insbesondere durch plötzlich hervorschiessende Stichflammen beim Öffnen der Retorten, sowie durch Explosionen in den Retortenhäusern fordern entsprechende Schutzmaassnahmen. Vergiftungen durch das im Leuchtgas enthaltene Kohlenoxyd werden seltener beobachtet. Beim Ablöschen der Koks haben die Arbeiter häufig unter den

sich dabei entwickelnden Dämpfen zu leiden. Es ist daher zu fordern, dass diese Operation unter gut ziehenden Abzügen vorgenommen wird.

Bei dem oben erwähnten Kalkreinigungsverfahren sind die Arbeiter, welche das Reinigen und Entleeren der Kästen zu besorgen haben, besonderen Belästigungen und Schädlichkeiten ausgesetzt. Wenn der Gaskalk mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, wird Cyanwasserstoff, bezw. Schwefelcyanwasserstoff frei, weil der überschüssige Kalk, sowie Cyan- und Schwefelcyancalcium die Kohlensäure der atmosphärischen Luft absorbieren und hierdurch die Zersetzung der betreffenden Verbindungen veranlasst wird. Ferner verwandelt sich durch die Oxydation an der Luft Schwefelcalcium in unterschwefligsaures, schwefligsaures und schliesslich in schwefelsaures Calcium. Der üble Geruch des Gaskalks rührt hauptsächlich von der ihm beigemengten Karbolsäure und Butter- und Baldriansäure, auch möglicherweise von freiwerdendem Schwefelwasserstoff her. Die mit dem Reinigen der Reinigungskästen befassten Arbeiter leiden namentlich häufig an Augenentzündungen. Es wird empfohlen, sie durch Vorhängen nasser Schleier vor das Gesicht zu schützen.

Der Gaskalk darf nicht ungereinigt in die Wasserläufe abgelassen werden. Auch das einfache Lagern desselben an der Luft ist für die Nachbarschaft sehr belästigend. Das beste Mittel, den Gaskalk für die Umgebung unschädlich zu machen, besteht in dem Versetzen desselben mit Eisensalzen.

Eine Explosionsgefahr besteht in Gasanstalten überall da, wo Gase austreten, sich mit der Luft zu einem explosiven Gemenge verbinden und an vorhandenem Feuer oder Licht entzünden können. Es ist daher streng darauf zu sehen, dass der Reinigerraum sowie andere Räume, in welchen sich der Gefahr der Gasausströmung ausgesetzte Apparate befinden, mit keinen anderen Räumen in Verbindung stehen, in denen Feuer oder Licht gebrannt wird, dass sie nur von aussen beleuchtet werden und mit Abzügen zum Austritt des etwa ausgeströmten Gases versehen sind.

Zum Schutz der Umgebung vor Belästigungen ist das früher vielfach übliche Reinigen der Steigeröhren durch Ausbrennen zu verbieten und dafür ein mechanisches Reinigungsverfahren anzuwenden. Das Gaswasser wird meist auf Ammoniak weiter verarbeitet. Geschieht dies nicht, so hat vor dem Ablassen in öffentliche Wasserläufe eine Reinigung stattzufinden.

In neuerer Zeit findet sowohl für Beleuchtungszwecke an Stelle des Leuchtgases, als auch für technische Zwecke das Wassergas immer grössere Verbreitung. Dasselbe wird dargestellt, indem Wasserdampf

über glühende Kohlen geleitet wird, und besteht im wesentlichen aus Wassergas mit einem sehr hohen Gehalt an Kohlenoxyd. Es ist also ausserordentlich giftig und erfordert um so grössere Vorsicht bei der Darstellung sowohl, wie beim Verbrauch, als es vollkommen geruchlos ist, während das Steinkohlengas infolge der Beimengung von Kohlenwasserstoffen einen penetranten Geruch entwickelt, der jedes Entweichen desselben sofort bemerklich macht. Es sind daher ganz besondere Vorsichtsmaassregeln zu treffen, um die Ausströmung des Gases in die Arbeitsräume zu verhüten und letztere, falls eine Ausströmung trotzdem erfolgt ist, zu ventilieren.

Da das Wassergas für sich bei seinem Mangel an schweren Kohlenwasserstoffen nur geringe Leuchtkraft hat, hat man eine Karburierung desselben mit Kohlenwasserstoffen, wie sie bei der Herstellung von komprimiertem Fettgas erhalten werden, vorgenommen. Die letzteren sind sehr flüchtig und geben schon bei weniger als 10^0 C entflammbare Dämpfe. Es fordert daher die Aufstellung der zur Karburierung dienenden Apparate, das Lagern der Vorräte u. s. w. besondere Vorsicht (vergl. auch Abschn. III, S. 259). Was von den übrigen Kohlenwasserstoffen gilt, ist auch bei der Verwendung von Acetylen (C_2H_2) zu beachten, das durch ein kürzlich erfundenes Verfahren[1]) zu einem billigen Preise hergestellt wird und voraussichtlich als Mittel zur Karburierung des Leuchtgases bald eine Rolle spielen wird[2]).

Mineralölindustrie. 1. Erdöl. Das Erdöl findet sich an vielen Orten fertig gebildet im Erdinnern. Es stellt ein Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffe dar. Die meisten Rohöle entwickeln schon bei gewöhnlicher Temperatur brennbare Dämpfe und sind deshalb sehr feuergefährlich. Um die verschiedenen Kohlenwasserstoffe zu trennen, bedient man sich der fraktionierten Destillation. Von den leichten Ölen, die bei 40 bis 150^0 C überdestillieren, sind technisch wichtig vor allem der Petroleumäther, der als Lösungsmittel für Öle, Harze, Kautschuk dient, ferner das Benzin. Von den schweren Ölen hat die grösste Bedeutung das bei 150 bis 250^0 C übergehende Leuchtpetroleum. Die verschiedenen Destillationsprodukte des Erdöls werden von den entweder in Säuren löslichen oder zersetzbaren oder in Alkalien löslichen Verunreinigungen durch Behandeln mit konzentrierter Schwefelsäure und Natronlauge, Waschen und Entwässern und eventuelle nochmalige De-

[1]) Vergl. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1895, No. 15.

[2]) Vergl. Zeitschrift der Zentralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen 1895, No. 11.

stillation befreit. Die Rückstände werden meist zum Heizen benutzt oder auf ihre Bestandteile weiter verarbeitet.

Die bei diesem Reinigungsprozess sich entwickelnden Gase können Belästigungen und Schädigungen der Arbeiter im Gefolge haben, falls nicht die nötige Vorsicht bei ihrer Ableitung beobachtet wird. Namentlich ist es die beim Behandeln der Rohöle auftretende schweflige Säure, welche besondere Beachtung verdient. Es ist daher zu fordern, dass alle diese Operationen in geschlossenen Gefässen mit mechanischen Rührwerken vorgenommen werden, von denen die betreffenden Gase abgesogen und durch die geeigneten Mittel absorbiert werden (vergl. schweflige Säure, S. 849). Beim Auswaschen dürfen die sauren Abfallwässer nicht frei abfliessen, sondern müssen mit Kalk versetzt werden.

Besondere Vorsicht ist beim Reinigen der Mischgefässe und beim Herausnehmen der Destillationsrückstände aus denselben anzuwenden. Es sind Fälle beobachtet, dass Arbeiter, die zu dem Behuf in diese Behälter hineingestiegen waren, tötliche Vergiftungen, bezw. Erstickungen erlitten haben[1]).

Die Ölrückstände der Petroleumraffinerieen finden in neuerer Zeit Verwendung zur Erzeugung von Ölgas.

Die Vergasung der Rückstände erfolgt in bis zur Rotglut erhitzten Retorten, in welche das zur Fabrikation des Gases dienende Öl derartig einfliessen gelassen wird, dass die rasche und möglichst vollständige Vergasung des Öles ermöglicht wird. Das letztere zersetzt sich in schwere und leichte Kohlenwasserstoffe, Wasserstoff, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff. Um die Teerdämpfe zurückzuhalten, werden die Gase aus der Retorte durch eine Teerschicht geleitet und gelangen dann durch die mit Koks gefüllten Kondensatoren, wo die letzten Teerreste zurückbleiben, in den Gasometer.

Bei Anwendung der geeigneten Vorsichtsmaassregeln (s. „Leuchtgasindustrie“) sind besondere Schädlichkeiten dieses Fabrikationsverfahrens nicht beobachtet.

2. Paraffinindustrie. Die Ausgangsmaterialien für die Paraffingewinnung sind die schweren Destillationsprodukte des Erdöls, das Erdwachs (Ozokerit), der Asphalt, die englische Bogheadkohle, bituminöser Schiefer, vor allem aber — und für unsere deutschen Verhältnisse besonders in Betracht kommend — die Braunkohle, die in Retorten, ähnlich den in der Leuchtgasindustrie verwandten, der trockenen Destillation unterworfen wird. Die Gewinnung des Braunkohlenteers entspricht dem unter „Leuchtgasfabrikation“ beschriebenen Verfahren. Dementsprechend sind auch die bei diesem Teil des Fabrikationsverfahrens auftretenden Schädlichkeiten dieselben, wie sie dort aufgeführt sind. Abweichend

[1]) Eulenberg, Handbuch der Gewerbehygiene, S 596. Berlin 1876.

gestaltet sich nur die Löschung der verkokten Braunkohle. Die direkte Löschung mit Wasser ist deshalb unzulässig, weil die verkokte Braunkohle eine grosse Menge Wasser aufsaugt. Das Löschen geschicht deshalb mit Wasserdampf, wobei sich aber, je nach der Menge des in der verwandten Braunkohle vorkommenden Schwefelkieses, grössere oder geringere Mengen Schwefelwasserstoff bilden. Die Operation ist daher in überwölbten Gruben in der Weise vorzunehmen, dass die beim Löschen entstehenden Gase direkt in den Schornstein des Retortenfeuers abgeleitet werden.

Der Braunkohlenteer wird vor der Destillation durch Erhitzen mittels indirekten Dampfes entwässert. Dann wird er in eisernen Retorten destilliert. Das Gemenge der Destillationsprodukte wird mit Schwefelsäure und Ätznatronlauge behandelt, um dasselbe von den anhaftenden sauren und basischen Bestandteilen zu reinigen. Durch fraktionierte Destillation werden nacheinander gewonnen: Benzinöle, Photogen, Solaröl und schliesslich die Paraffinmasse, die nach weiterer Reinigung mit Natronlauge und Schwefelsäure in kühlen Räumen krystallisiert und in hydraulischen Pressen ausgepresst oder zentrifugiert wird. Die rohen Presskuchen werden einem nochmaligen Reinigungsverfahren unterworfen und in Filterpressen nochmals gepresst und geformt. Das gereinigte Paraffin wird hauptsächlich zur Kerzenfabrikation verwandt.

Bei der Teerdestillation und bei den verschiedenen Reinigungsverfahren der Destillationsprodukte entwickeln sich Gase, die, wenn sie in den Arbeitsraum eintreten, Vergiftungen und Reizungen namentlich der Augenbindehaut hervorrufen. Für ihre Beseitigung ist nach Möglichkeit Sorge zu tragen. Am idealsten wird diese Forderung dadurch erfüllt, dass sämtliche Verrichtungen in vollkommen abgeschlossenen Apparaten vorgenommen werden. In einer Mineralölfabrik der Riebeck'schen Montanwerke in Halle a. S.[1]) sind z. B. die sämtlichen Mischgefässe, in welchen die Destillationsprodukte mit Säuren, bezw. Laugen behandelt werden, so eingerichtet, dass sowohl die Zuleitung der Flüssigkeiten, als auch das Mischen und Ablassen unter vollkommenem Verschluss vor sich geht.

Als spezifische Erkrankung, an welcher die Arbeiter in den Mineralölfabriken leiden, ist endlich noch die Teer- oder Paraffinkrätze (s. Abschn. I, S. 127) zu nennen[2]). Als Prophylaktikum gegen dieselbe sind alle Maassnahmen der individuellen Hygiene: minutiöseste Reinlichkeit, regelmässige Bäder, Bereitstellung besonderer Arbeitskleider u. s. w. zu nennen.

[1]) Amtliche Mitteilungen 1887, S. 198.

[2]) Vergl. auch Hoffmann, Die Krankheiten der Arbeiter in Teer- und Paraffinfabriken in medizinisch-polizeilicher Hinsicht. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen III. Folge, 5. Bd., Heft 2 und 6. Bd., Heft 1.

Fette und Firnisse. Fast sämtliche Fette sind Verbindungen des Glyzerins mit Fettsäuren. Die wichtigsten dieser Säuren sind die Stearinsäure, die Palmitinsäure und die Ölsäure. Dem gewöhnlichen Sprachgebrauch nach nennt man die festen Fette Talg, die flüssigen Öle. Die Fette werden durch Pressen (Olivenöl) oder Ausschmelzen (Talg) gewonnen. Zum Zweck der Reinigung behandelt man die Fette gewöhnlich mit Schwefelsäure, wobei sich übelriechende und schädliche Gase entwickeln, die, am besten durch Einleiten unter eine Feuerung, zu beseitigen sind. Als vom sanitären Standpunkt besonders interessant, sei hier im besonderen der Talgschmelzerei gedacht. Die Trennung des Talgs von dem anhaftenden Zellgewebe geschieht durch einfaches Erhitzen des rohen Talgs oder durch Erhitzen mit Wasser unter Druck unter Zusatz von Schwefelsäure. Die dabei sich entwickelnden Gase sind sehr übelriechender Art und müssen unschädlich gemacht werden. Am besten wird dies erreicht, wenn man sie zuerst durch Calciumhydrat und dann über Koks leitet, die mit konzentrierter Schwefelsäure getränkt sind. Der Rest der etwa noch nicht kondensierten Gase wird sodann unter den Rost der Feuerung geleitet. Die Kondensationsflüssigkeit, welche, sich selbst überlassen, höchst übelriechende und schädliche Gase, wie Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, flüchtige Fettsäuren, entwickelt, bedarf, bevor sie abgelassen wird, der Reinigung.

Das Aufspeichern des Rohtalgs in den Talgsiedereien ist nicht zu gestatten, weil derselbe sehr leicht in Fäulnis übergeht und dabei einen unerträglichen Geruch verursacht. Kann zeitweise die Zufuhr nicht bewältigt werden, so ist der Rohtalg in gemauerten Gruben oder in Fässern mit Kochsalz zu schichten. Soll der Talg zur Fabrikation von Stearinsäure verwandt werden, so kann er unbeschadet der Güte der zu erzielenden Produkte mit Kalkmilch besprengt oder mit zerfallenem Kalk bestreut und so gegen Fäulnis geschützt werden.

Von den pflanzlichen Fetten interessiert uns namentlich das Palmöl, das für gewisse Verwendungszwecke gebleicht werden muss. Dies geschieht entweder durch chemische Mittel, wie Kaliumbichromat und Schwefelsäure, oder durch Hitze, indem man das Palmöl über heisse eiserne Platten laufen lässt. Unter den sich dabei entwickelnden flüchtigen Produkten ist namentlich den sehr schädlichen Akroleïndämpfen (s. Abschn. I, S. 118) Beachtung zu schenken, die am besten durch Unterleiten unter eine Feuerung unschädlich gemacht werden.

Ein Gemisch von Ölen und Fetten, das zum Fetten des Leders benutzt wird, ist das sogenannte Degras. Wird dasselbe unter Anwendung höherer Temperaturen bereitet, so entwickeln sich in den Mischkesseln flüchtige Fettsäuren, für deren Ableitung Sorge zu tragen ist.

Firnisse sind Auflösungen von harzigen Stoffen in trocknenden fetten Ölen oder in Weingeist und Terpentin, die man zum Überziehen von Gegenständen benutzt, um sie vor der Einwirkung der Luft und des Wassers zu schützen.

Zur Darstellung der Ölfirnisse verwendet man gewöhnlich Leinöl. Dasselbe besitzt die Eigenschaft, an der Luft allmählich zu einer zähen, durchsichtigen Masse einzutrocknen. Diese Eigenschaft wird erhöht, wenn das Öl vorher längere Zeit bei Zutritt von Luft unter Zusatz oxydierender Mittel einer höheren Temperatur ausgesetzt wird. Als solche oxydierende Stoffe benutzt man Bleiglätte, Zinkoxyd, Braunstein, seltener Salpetersäure u. a. Hierbei bilden sich eine Menge penetranter, höchst widerlich riechender Dämpfe, unter denen das Akroleïn wieder eine Hauptrolle spielt; dieselben können zu Gesundheitsschädigungen der Arbeiter wie zu Belästigungeu der Umgebung führen und sind daher abzuleiten und unter einer Feuerung zu verbrennen. Wird Bleiglätte als Sikkativ verwendet, so sind die Arbeiter auf die Gefährlichkeit der Einatmung des Staubes aufmerksam zu machen.

Zur Erzeugung der Öllackfirnisse, die dem Anstrich einen grösseren Glanz verleihen sollen, setzt man dem Ölfirniss verschiedene Harze, namentlich Kopal und Bernstein zu, die vorher durch Schmelzen in eine lösliche Form gebracht werden. Hierbei werden wieder eine Menge der verschiedensten flüchtigen Verbindungen erzeugt, die für die Arbeiter im höchsten Grade belästigend sind. Es ist dringend zu fordern, dass die hierbei noch vielfach üblichen primitiven Einrichtungen durch Schmelzkessel ersetzt werden, bei denen eine möglichst vollständige Kondensation oder Verbrennung der Dämpfe erfolgt.

Die Darstellung der Weingeistfirnisse geschieht in Destillierblasen, um den während der Auflösung der Harze sich verflüchtigenden Alkohol wiederzugewinnen. Die gepulverten Harze werden, um ihre Auflösung zu befördern, mit grobem Glaspulver gereinigt. Das Zerkleinern und Sieben des letzteren ist in geschlossenen Apparaten vorzunehmen, um die Arbeiter vor der Einatmung des sehr gefährlichen Glasstaubes zu schützen.

Die Terpentinölfirnisse werden auf dieselbe Weise hergestellt wie die Weingeistfirnisse. Bei beiden Fabrikationsverfahren ist für gut geschlossene Gefässe und eine sorgfältige Kondensation der Gase zu sorgen, damit diese sich nicht im Arbeitsraum verbreiten, weil dieselben eine erhebliche Explosionsgefahr bedingen. Aus demselben Grunde sind alle Schürlöcher der Feuerungen ausserhalb der Arbeitsräume anzulegen.

Die Firnisssiedereien gehören überhaupt zu den im hohen Grade

feuergefährlichen Anlagen. Über die Maassnahmen zur Herabminderung dieser Gefahren siehe Oppler, Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung II. Bd., 2. Aufl., S. 117 ff.

Seifenfabrikation. Die Seife ist das Produkt der Einwirkung von ätzenden Alkalien auf Fette und besteht wesentlich aus stearinsaurem, palmitinsaurem und ölsaurem Kalium oder Natrium. Den Seifenfabriken werden die Rohstoffe, d. h. die Fette sowohl, wie die Laugen, wässerige Lösungen von Ätzkali oder Ätznatron, heute meist schon in fertigem Zustande zugeführt (vgl. S. 864). Bei dem Verseifungsprozess, der je nach den verwandten Alkalien harte Seife (Natronseife) oder weiche Seife, Schmierseife (Kaliseife) ergiebt, bildet sich Glyzerin, das in der Lauge zurückbleibt und durch Verdampfen und Neutralisieren mit Salz- oder Schwefelsäure aus derselben gewonnen werden kann.

Das Kochen der Seife geschieht meistens in eisernen Siedekesseln bei direkter Feuerung und unter zeitweiligem Umrühren. Dabei bilden sich übelriechende und unter Umständen schädliche Dämpfe. Es ist daher unter allen Umständen für eine Ableitung derselben zu sorgen. Am besten geschieht dies dadurch, dass man die Verseifung unter einem den Kochkessel bis auf die Arbeitsöffnung vollkommen umschliessenden Dampffang vornimmt und die Dämpfe durch ein im Mauerwerk des Ofens angebrachtes Rohr unter den Rost der Feuerung leitet. Das Durchführen des Rohrs durch das erwärmte Mauerwerk des Ofens ist erforderlich, weil sich sonst Wasserdampf kondensiert und eine Ausscheidung von Wasser erfolgen würde.

Stearinfabrikation. Bei der Herstellung der Stearinkerzen ist von sanitärem Interesse die Spaltung des Fettes (Talg, Palmöl) in Fettsäuren und Glyzerin. Es werden dazu verschiedene Verfahren angewandt.

Das erste Verfahren besteht darin, dass man das Fett mit Ätzkalk verseift, die gebildete Calciumseife mittels Schwefelsäure zersetzt und die ausgeschiedenen festen und flüssigen Fettsäuren durch kaltes und warmes Pressen voneinander trennt. Bei dem zweiten Verfahren werden die Fette direkt mit Schwefelsäure behandelt, wobei sich Glyzerinschwefelsäure bildet und die fetten Säuren ausgeschieden werden. Die letzteren werden darauf zu ihrer Reinigung der Destillation unterworfen. Statt der Schwefelsäure hat man auch Chlorzink verwandt. Endlich können die Fette durch Einwirkung von Wasser unter erhöhtem Druck oder mittels überhitzter Wasserdämpfe zersetzt werden.

Bei allen diesen Verfahren liegt der Schwerpunkt in sanitärer Beziehung in der Herstellung von Einrichtungen zum Sammeln und zur Unschädlichmachung der bei den verschiedenen Mischungs- und Ver-

seifungsprozessen auftretenden Dämpfe und Gase, von denen einzelne, wie schweflige Säure und Akroleïn, sehr bedenkliche Erkrankungen im Gefolge haben können. Ferner ist den Abwässern im Interesse der Umgebung der betreffenden Fabriken Beachtung zu schenken. Die meist sauren Wässer sind vor dem Einlassen in öffentliche Wasserläufe jedenfalls zu neutralisieren. Die Stearinsäurefabriken geben ferner häufig zu Klagen über üble Gerüche Anlass; es ist dabei sehr wesentlich, welcher Art die verarbeiteten Rohmaterialien sind. Auf Einzelheiten brauchen wir hier nach dem in den vorhergehenden Kapiteln Gesagten nicht einzugehen. Bei Konzessionierungsgesuchen wird man sich genau über das einzuschlagende Fabrikationsverfahren zu unterrichten haben, um in jedem Einzelfalle die damit verbundenen Belästigungen beurteilen und danach die geeigneten Maassnahmen zur Abhilfe vorschreiben zu können.

Das bei der Gewinnung der Stearinsäure aus Talg oder Palmöl abgeschiedene Glyzerin unterliegt weiter einem Konzentrations- und Reinigungsverfahren und wird dann in besonderen Raffinerieen bei Luftabschluss mit überhitztem Wasserdampf destilliert, um die letzten Verunreinigungen zu beseitigen. Der bei dem Destillationsverfahren nicht kondensierte Teil der Dämpfe, der flüchtige Fettsäuren und Akroleïn enthält, ist durch Verbrennen unschädlich zu machen, damit der Umgebung keine Belästigungen durch üble Gerüche erwachsen.

Ätherische Öle und Harze. Die ätherischen Öle und Harze kommen meist fertig gebildet in der Natur vor. Die ersteren werden meist dadurch erhalten, dass man die betreffenden Pflanzenteile mit Wasser destilliert. Bei den heute üblichen Destillationsverfahren kommen besondere Belästigungen der Arbeiter kaum vor.

Die ätherischen Öle haben die Eigenschaft, sich an der Luft oder auch in der Pflanze selbst zu verdicken und dadurch in einen neuen Stoff überzugehen, welchen man Harz nennt. Man teilt die Harze ein in Weichharze und Hartharze. Die Weichharze sind Lösungen der Harze in ätherischen Ölen. Zu letzteren rechnet man den Terpentin, von dessen reizenden Eigenschaften im I. Abschnitt, S. 121, die Rede gewesen ist.

An die Harze schliessen sich die Schleimharze an, die infolge von Einschnitten als dicke, milchige Säfte aus den Pflanzen ausfliessen. Hierher gehören u. a. Kautschuk und Guttapercha, die das Ausgangsmaterial für eine wichtige Industrie bilden, die vom sanitären Standpunkte nicht ohne Interesse ist. Das Kautschuk wird zunächst gereinigt und zu dem Zweck in heissem Wasser aufgeweicht, wobei sich ein die Umgebung belästigender widerlicher Geruch verbreitet. Nach dem Einweichen wird die Masse mittels kannellierter Walzen, unter fort-

währendem Auffliessen eines Strahles kalten Wassers, das alle Unreinigkeiten fortspült, zerrissen. Die aus dem gereinigten Kautschuk gefertigten Gegenstände werden vulkanisiert, um ihnen die Eigenschaft zu verleihen, auch bei grosser Kälte elastisch zu bleiben. Dies geschieht, indem man dem Kautschuk, je nach der Art der Verwendung der aus ihm gefertigten Gegenstände, geringere oder grössere Mengen von Schwefel inkorporiert. Die dabei verwandten Methoden sind verschieden. Man kann entweder die aus der gereinigten Kautschukmasse geformten Gegenstände durch Eintauchen in eine Mischung von Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel vulkanisieren. Bei diesem Verfahren sind Vergiftungen mit Schwefelkohlenstoff beobachtet (s. Abschn. I, S. 113). Dieselben sind nach Möglichkeit zu vermeiden durch ausgiebige Ventilation der Arbeitsräume und Vorrichtungen, die die Arbeiter möglichst wenig der Einatmung der Gase aussetzen. Oder man mischt das gereinigte Kautschuk in einer, aus zwei nebeneinander gelagerten hohlen Walzen, die sich mit ungleicher Geschwindigkeit drehen und mit Dampf erwärmt werden, bestehenden Knetmaschine mit Schwefel oder Schwefelantimon in pulverförmigem Zustande. Die fertige Mischung wird alsdann auf erwärmten Kalandern zu dünnen Platten ausgewalzt, aus denen die Fabrikate hergestellt werden. Hierbei kommt es zu einer erheblichen Staubentwickelung, die je nach den Zusätzen, welche der Schwefel erhält, mehr oder weniger schädliche Wirkung entfaltet und durch geeignete Maasnahmen zu verhindern, bezw. abzuschwächen ist.

Die Guttapercha wird in ähnlicher Weise wie Kautschuk gereinigt und verarbeitet. Man vulkanisiert sie häufig mit schwefligsaurem Blei oder Zink.

XIV. Abschnitt.

Holzbearbeitung. Leder- und Papierindustrie. Polygraphische Gewerbe.

Von **Dr. H. Albrecht,** Gross-Lichterfelde.

A. Holzbearbeitung.

Holzbearbeitungswerkstätten. In den Holzbearbeitungswerkstätten ist es im wesentlichen der bei den verschiedenen Arbeitsprozessen entstehende Staub, welcher eine Quelle der Gefahr für die Gesundheit der Arbeiter bildet. Über die Eigenschaften des Holzstaubes und die Art, wie derselbe gesundheitsschädigend wirkt, s. Abschnitt I, S. 70.

Es wird daher vor allem darauf ankommen, den Staub aus diesen Werkstätten zu entfernen. Wir haben uns bereits im V. Abschnitt, S. 422 und S. 425, eingehend mit dieser Frage beschäftigt. Die dort abgebildete und beschriebene Anlage kann als Typus für alle derartigen Werkstätten dienen, soweit dieselben Grossbetriebe sind und über motorische Kraft verfügen. In der That sind bereits zahlreiche grössere Holzbearbeitungswerkstätten mit derartigen Einrichtungen versehen. [1]) Indessen werden die grossen Vorteile, welche dieselben mit sich bringen, im allgemeinen noch zu wenig gewürdigt. Die Werkstätten erhalten bessere Luft, die Passage wird freier, es tritt also eine Verminderung der Unfallgefahr ein; ferner wird die Feuersgefahr erheblich geringer, die Kosten für das Abräumen der Späne werden gespart, die Maschinen bleiben rein und sind infolgedessen bequemer zu bedienen und weniger der Abnutzung unterworfen. Gegenüber diesen Vorteilen fallen eigentlich die Kosten für Verzinsung und Amortisation der Anlage und die geringen Betriebskosten so wenig ins Gewicht, dass mit Fug und Rebht verlangt werden kann, dass in allen derartigen Werkstätten solche Einrichtungen getroffen werden.

[1]) Vergl. u. a. auch den Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung II. Bd., 1. Hälfte, S. 202. Berlin 1891.

Tischlergewerbe. Bezüglich der kleineren Tischlerwerkstätten gilt, was die Natur der vorhandenen Schädlichkeiten anlangt, dasselbe wie von den Grossbetrieben, in denen Holz zur Bearbeitung gelangt, Nur können dieselben in der Regel nicht auf demselben Wege beseitigt werden wie dort, weil die Kosten des Betriebes einer Exhaustoranlage in einem Misverhältnis zu den übrigen Betriebskosten stehen würden. Es ist aber darauf hinzuarbeiten, dass die Werkstätten ausgiebig gelüftet, täglich von Spänen befreit und mindestens einmal in der Woche nass gereinigt werden. Vor allem ist darauf zu halten, dass die Werkstätten nicht, wie das leider häufig geschieht, den Gesellen und Lehrlingen als Schlafräume angewiesen werden.

Darauf, dass im Tischlergewerbe wie bei einer Reihe anderer Beschäftigungsarten durch einseitige Überanstrengung gewisser Muskelgruppen bestimmte Schädigungen herbeigeführt werden (s. Abschnitt I, S. 132), soll hier nur im Zusammenhang nochmals hingewiesen werden. Als Mittel zur gründlichen Beseitigung dieser Schädlichkeiten könnte allein die Ersetzung der betreffenden Arbeitsverrichtungen durch Maschinenkraft in Vorschlag gebracht werden. Einstweilen bleibt nur der Ausweg, für den Fall, dass diese Schädigungen bei dem einzelnen Individuum einen höheren Grad annehmen, dasselbe zeitweilig die Arbeit unterbrechen zu lassen und einem geeigneten Heilverfahren zu unterziehen.

Im I. Abschnitt (S. 121 und S. 128) ist ferner darauf hingewiesen, dass im Tischlergewerbe Erkrankungen nichts seltenes sind, die auf die zur Denaturierung des Spiritus verwendeten Substanzen zurückgeführt werden müssen. Dort ist auch bereits das Mittel genannt, welches geeignet wäre, diesem Übelstande gründlich abzuhelfen: Ersatz der schädlichen Beimengungen des Spiritus durch unschädliche. Leider ist ein solcher Ersatz bislang noch nicht gefunden. Bis er gefunden wird, ist das einzige Mittel, die Schädlichkeiten, welche durch das Einatmen der Pyridinbasen hervorgerufen werden, herabzusetzen, Sorge für ausreichenden Luftwechsel. Die Hauterkrankungen, welchen die Möbelpolierer aus demselben Grunde ausgesetzt sind, könnten vielleicht durch kräftiges Einfetten der Hände bei der Arbeit zum Teil vermieden werden, doch sind derartige Mittel in der Regel nur von sehr zweifelhaftem Erfolg.

Drechslergewerbe. Die Drechsler haben vorwiegend unter der Einwirkung von Staub zu leiden, von denen der Holzstaub in erster Linie steht (vergl. Abschnitt I, S. 70). Je nach dem Material, das verarbeitet wird, kommen aber auch andere mehr oder minder gefährliche Staubarten in Betracht, so u. a. Hornstaub (ebenda S. 67), der besonders gefährliche Perlmutterstaub (S. 84) u. s. w. Bezüglich der Verhütung

dieser Schädlichkeiten kommen diejenigen Gesichtspunkte in Betracht, die im III. Abschnitt im allgemeinen abgehandelt sind: in grossen Betrieben, die mit mechanischer Kraft arbeiten, geeignete Vorrichtungen zur Staubabsaugung, in kleineren Betrieben sorgfältige Beseitigung der Abfälle, häufige nasse Reinigung der Arbeitsräume, ausreichender Luftraum und Luftwechsel.

Korbmacherei. In der Korbmacherei wird ein Teil der zu verarbeitenden Weiden zum Zweck des Bleichens geschwefelt. Es ist dafür zu sorgen, dass die beim Verbrennen des Schwefels entstehende schweflige Säure, nachdem sie durch die dicht schliessenden Kästen, welche das zu bleichende Material enthalten, hindurchgeleitet ist, nach einem gut ziehenden und entsprechend hohen Schornstein abgeführt wird.

Bürsten- und Pinselindustrie. In der Bürsten- und Pinselindustrie, wie überhaupt in allen Betrieben, in denen mit Tierhaaren, namentlich ausländischer Herkunft, manipuliert wird (Rosshaarspinnereien u. s. w.), sind unzweifelhafte Erkrankungen an Milzbrand beobachtet[1]), dessen Keime an den Haaren hafteten und bei der Berührung mit denselben auf die Arbeiter übertragen wurden (vergl. Abschnitt I, S. 125).

In den Nürnberger Pinselfabriken wird folgendes Verfahren angewandt, um die Borsten zu reinigen und zu bleichen[2]). Dieselben liegen zwölf Stunden in einer wässerigen Lösung von übermangansaurem Kali 2:1000, dann werden sie mit Wasser stark ausgewaschen und zwei Stunden in eine wässerige Lösung von schwefliger Säure 3:100 gelegt. Schliesslich werden der sauren Lösung einige Tropfen Wasserstoffsuperoxyd oder Salmiakgeist zugesetzt und die Borsten mit viel Wasser ausgewaschen. Es ist bemerkenswert, dass dieses Verfahren, wie Merkel experimentell nachgewiesen hat, nicht hinreicht, um eine Desinfektion der Borsten herbeizuführen. Es wäre deshalb wünschenswert, dass eine obligatorische Desinfektion des Rohmaterials durch strömenden Wasserdampf stattfände, ehe irgend eine Hantierung mit demselben zugelassen wird, also noch vor dem Sortieren der Haare. Dem steht leider für gewisse Fälle der Umstand entgegen, dass Rosshaare durch dieses Verfahren etwa 40% ihres Gewichtes einbüssen, weisse Rosshaare dazu

[1]) Vergl. F. Goldschmidt, Über Milzbranderkrankungen unter den Arbeitern der Nürnberger Pinselindustrie. Verhandlungen der 65. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, II. Teil, 2. Hälfte, S. 428. Leipzig 1894. — Kroell, Milzbrand in den Fabriken. Ärztl. Mitteil. aus und für Baden 1893, Nr. 12.

[2]) S. Merkel, Experimentelle Studien über Milzbrand in der Nürnberger Borstenindustrie. Verh. d. 65. Vers. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Ärzte a. a. O. S. 432.

noch an Farbe und deshalb an Wert verlieren und dass weisse Borsten so sehr leiden, dass besonders für feinere Sorten ein grosser Nachteil für die Industrie aus dieser Forderung erwachsen würde. Es ist also die Frage, ein Verfahren ausfindig zu machen, welches, ohne die Borsten und Haare durch Gewichtsverlust oder Veränderung der Farbe in ihrem Werte zu beeinträchtigen, dieselben keimfrei macht, eine noch offene.

In den badischen Rosshaarspinnereien war das Dämpfen der von Russland eingeführten Haare bei einer Temperatur von 105° C vorgeschrieben, es wurde aber aus den angeführten Gründen nachträglich gestattet, die unvermischten Schweifhaare ohne eine solche Behandlung in Bearbeitung zu nehmen[1]). Neben der Desinfektion durch strömenden Wasserdampf sind als die wichtigsten Maassnahmen zur Verhütung von Ansteckungen folgende zu nennen: Grösste Sauberkeit der Fabrikräume, der Arbeitskleider und der Arbeiter selbst. Die Flächen der Arbeitsräume sollten daher sämtlich waschbar hergestellt werden, um ständig einer gründlichen Reinigung und Desinfektion unterworfen werden zu können. Die Arbeitskleider sind vor Beginn der Arbeit anzulegen, sollen stets in der Fabrik verbleiben, häufig gewaschen und ausgekocht werden. Für die Arbeiter sind Vorkehrungen zu treffen, damit sie vor dem Verlassen der Fabrik eine gründliche Reinigung des ganzen Körpers, namentlich aber entblösster Stellen vornehmen können, und für die Durchführung dieser Maassregel ist Sorge zu tragen. Endlich ist es geraten, die Arbeit nicht mit entblössten Armen zu verrichten, sondern dieselben mit glatten, dichten Stoffen zu bekleiden, welche am Handgelenk einen staubdichten Abschluss gestatten; letzterer ist auch an den Fussgelenken anzubringen.

Diesen Forderungen wird im wesentlichen Rechnung getragen durch die nachstehende

Polizeiverordnung des Königl. Regierungspräsidenten zu Kassel, betreffend die Arbeit in Tierhaarfabriken, vom 15. Februar 1889[2])

§ 1. Alle ausländischen, sowie alle mit solchen vermischten Tierhaare, ausgenommen die unvermischten Pferdeschweifhaare und amerikanischen Haare, sind vor ihrer Verarbeitung, also auch vor dem Sortieren, zu desinfizieren und zu diesem Zweck mit Wasser 15 Minuten lang zu kochen, oder in einem geeigneten Apparat eine halbe Stunde hindurch Wasserdämpfen von $^1/_{10}$ Atm. Überdruck auszusetzen. Der Apparat muss mit den nötigen Vorrichtungen nach Maassgabe der Verordnung vom 18. Dezember 1888 „über die Einrichtung und den Betrieb von Dampffässern" versehen sein. Nur ausnahmsweise kann für kleinere Etablissements, welche nicht mit Dampfkraft arbeiten, nachgelassen werden, dass die Desinfektion in einem Apparat vorgenommen

[1]) Jahresber. d. Grossh. Bad. Fabrikinspektion f. d. Jahr 1893, S. 70.

[2]) Eine im wesentlichen mit dieser Polizeiverordnung übereinstimmende ist auch für den Regierungsbezirk Düsseldorf erlassen.

wird, welcher von heissen Dämpfen ohne höhere Spannung durchströmt wird. In diesem Raum muss die Temperatur der Dämpfe überall mindestens 100° C betragen und während der wenigstens eine Stunde lang fortzusetzenden Dämpfung der Haare ununterbrochen auf dieser Höhe erhalten werden. — Diese Bedingung wird erfüllt, wenn ein Thermometer, welches in einer Öffnung an der höchsten Stelle des Apparates eingehängt ist, eine Stunde hindurch eine Temperatur von + 100° C zeigt. Die gedachten Verrichtungen dürfen nur in solchen Räumen vorgenommen werden, in welchen andere Personen als diejenigen, welche die gedachte Arbeit ausführen, sich nicht aufhalten, auch dürfen in denselben andere Bekleidungsstücke als die von der Fabrik zu liefernden (§ 5) nicht aufbewahrt werden.

§ 2. Zum Eintragen der in § 1 bezeichneten Haarsorten in die Koch- oder Desinfektionsapparate haben die Arbeiter Handschuhe anzuziehen, oder es sind dazu Gabeln oder andere, den gleichen Zweck erfüllende Geräte zu verwenden. Der bei dieser Arbeit sowohl wie beim Hecheln entstehende Staub ist täglich unter Befeuchten mit Wasser zu sammeln, und falls derselbe anderen Abfällen zugeführt werden soll, zuvor, wie in § 1 angegeben, zu desinfizieren, im anderen Falle alsbald zu verbrennen. Letzteres muss so geschehen, dass die Nachbarschaft durch üble Gerüche nicht belästigt wird.

§ 3. Das Hecheln der Schweifhaare darf nur in besonderen, von anderen Fabrikräumlichkeiten getrennten Räumen geschehen.

§ 4. Alle zur Verarbeitung kommenden Tierhaare, mit Ausnahme derjenigen, welche von vornherein gekocht oder gewaschen werden, sowie der Pferdeschweifhaare müssen in einer Maschine (Reinigungsmaschine) von anhängendem Schmutz befreit werden, bei den nach § 1 zu desinfizierenden Haaren darf solches erst nach der Desinfektion geschehen. Der bei der Arbeit entstehende Staub ist in eine besondere Kammer (Staubkammer) zu leiten und, bevor er von da an einen anderen Ort gebracht wird, zu durchfeuchten.

§ 5. Für diejenigen Arbeiter, welche die im § 1 genannten Haare in die Desinfektionsapparate eintragen (§ 2), sind Respiratoren, Überkleider, sowie Kopfbedeckungen zu beschaffen, welche dieselben vor Beginn der Arbeit an und nach Beendigung derselben (auch während der Esspausen) abzulegen haben; dieselben dürfen in die Behausungen der Arbeiter nicht mitgenommen werden. Das Gleiche gilt für diejenigen Arbeiter, welche das Sammeln und Weiterverbringen des Staubes (§ 2 u. 4), sowie das Abschneiden der Schweifhaare vom Schweifleder und das Hecheln derselben besorgen.

§ 6. Die Arbeiter sind aufs strengste anzuhalten, jedesmal, wenn die in § 5 genannten Arbeiten beendet sind, sowie vor dem Einnehmen der Mahlzeiten den Mund mit Wasser auszuspülen, auch Hände, Hals und Gesicht gründlich zu waschen. Die hierzu nötigen, stets rein zu haltenden Geräte, sowie Seife und Tücher zum Abtrocknen, letztere in genügender Anzahl, sind den Arbeitern unentgeltlich zu liefern.

§ 7. Beim Sortieren, Desinfizieren und Hecheln der Haare dürfen jugendliche Arbeiter nicht beschäftigt werden.

§ 8. Alle dem Betriebe dienenden Räume sind in gutem baulichem Zustande zu erhalten, die Fussböden der Arbeitsräume sind täglich, Wände und Decken wöchentlich mindestens einmal von Staub und Schmutz zu reinigen.

§ 9. Den Arbeitern ist ein heizbarer, staubfreier Speiseraum, in welchem eine Vorrichtung zum Erwärmen von Speisen vorhanden sein muss, zum Aufenthalte während der Esspausen anzuweisen. Speisen dürfen in die Arbeitsräume nicht mitgenommen werden.

§ 10. Arbeiter, welche an irgend einer Stelle ihres Körpers, namentlich aber an

den Händen, am Halse oder im Gesichte, sich Hautverletzungen zugezogen haben, dürfen beim Sortieren, Desinfizieren und Hecheln so lange nicht beschäftigt werden, bis die Verletzungen völlig geheilt sind. — Die Arbeiter sind bei Strafe, eventuell der Entlassung anzuhalten, von jeder Hautverletzung, welche sie sich in der Fabrik zuziehen, dem Fabrikvorstande sofort, sonst aber vor Beginn der Arbeit Anzeige zu machen.

§ 11. Es ist ein Buch zu führen, aus dessen Einträgen hervorgeht, welche Mengen der im § 1 bezeichneten Haarsorten bezogen, sowie an welchem Tage und in welchen Mengen diese Haare der Desinfektion unterworfen worden sind. — Dieses Buch ist dem Aufsichtsbeamten (§ 139 b der G.-O.), sowie der zuständigen Polizeibehörde auf Verlangen vorzulegen.

§ 12. In jedem Arbeitsraume, sowie im Speiseraum muss an einer in die Augen fallenden Stelle eine Fabrikordnung oder Anweisung für die Arbeiter, in welcher die unter § 1 bis 10 getroffenen Bestimmungen aufgenommen sind, ausgehängt sein.

§ 13. Sobald der Fabrikvorstand Kenntnis von einer unter seinen Arbeitern eingetretenen Milzbranderkrankung oder von verdächtigen Erscheinungen dieser Krankheit erhält, hat er dem Gewerberat und der Ortspolizeibehörde unter Angabe des Tages der Erkrankung, des Vor- und Familiennamens des Erkrankten, seines Alters und der Art der Beschäftigung Anzeige zu machen.

§ 14. Zuwiderhandlungen gegen vorstehende Vorschriften werden, soweit nicht die höhere Strafe des § 147, No. 4 der Gewerbeordnung eintritt, mit Geldstrafe bis zu 60 Mark bestraft.

Trotz dieser Verordnung haben die Milzbranderkrankungen unter den Rosshaararbeitern im Regierungsbezirk Kassel nicht aufgehört. Die Untersuchung ergab, dass in den betreffenden Fällen die polizeilichen Bestimmungen genau eingehalten waren. Der Umstand, dass in der Mehrzahl der Fälle Arbeiterinnen erkrankt waren, welche die Reinigung der Fabrikräume zu besorgen hatten, gab dem Gewerbeinspektor für Kassel Veranlassung, noch folgende Vorschriften zu machen:

„Es ist Sorge zu tragen, dass bei dem Abladen und bei dem Transport nicht desinfizierter Rosshaare nach Möglichkeit die Staubentwickelung vermieden wird und dass die mit der Reinigung der Arbeitsräume und besonders mit dem Reinigen des Fussbodens beauftragten Arbeiter ebensolche Schutzanzüge tragen, wie sie für die mit der Desinfizierung der Haare beauftragten Arbeiter vorgeschrieben sind. Auch ist vor dem Fegen ein gründliches Einsprengen des Bodens mit Wasser, noch besser mit einer desinfizierenden Flüssigkeit, z. B. einer 25prozentigen Lysollösung vorzunehmen. Nach beendigter Reinigungsarbeit soll eine gründliche Körperreinigung vorgenommen und bei Vorhandensein auch ganz geringfügiger offener Wunden die Weiterbeschäftigung untersagt werden.“ [1])

B. Lederindustrie.

Anstalten zum Trocknen und Einsalzen ungegerbter Tierhäute. Das Aufbewahren, bezw. Konservieren der tierischen Häute bildet einen eigenen umfänglichen Industriezweig, der namentlich für

[1]) Jahresberichte 1893, S. 329.

die Umgebung erhebliche Belästigungen im Gefolge hat. Getrocknet werden Tierhäute, indem man sie ausspreizt und an Schnüren oder Gestellen aufhängt. Dieser Betrieb wirkt belästigend durch üble Gerüche sowie durch die Ansammlung unzähliger Insekten, die unter Umständen durch von den Häuten aufgenommene Giftstoffe schädlich wirken können. Die Errichtung solcher Anstalten in dicht bebauten Orten ist daher zu untersagen. Die Räume zum Trocknen der Häute müssen hochgelegen und möglichst luftig sein. Der Fussboden ist wasserdicht herzustellen. Abgeflossene Blutteile, das Reinigungswasser und andere Abgänge dürfen nicht ohne weiteres in öffentliche Wasserläufe abgelassen werden.

Ein anderes Konservierungsverfahren ist das Einsalzen der Häute. Man bestreut dieselben auf der Fleischseite mit Salz, um sie nach kurzem Lagern aufzurollen und aufeinander zu stapeln. Auch hier bedürfen die abfliessenden buthaltigen Salzwässer einer besonderen Behandlung, ehe sie abgelassen werden dürfen.

Lederbereitung (Gerberei). Das zur Lederbereitung dienende Rohmaterial kann an sich schon, ebenso wie die in der Bürsten- und Pinselfabrikation verwandten Tierhaare, Anlass zur Entstehung und Weiterverbreitung von Infektionskrankheiten, in erster Linie von Milzbrand, geben und ist dementsprechend mit Sorgfalt zu behandeln. Allen Lederbereitungsanstalten ist daher der nachstehende Erlass des Reichskanzlers vom 18. April 1891 zur sorgfältigen Beachtung zu empfehlen:

Belehrung über Gesundheitsschädigungen durch den Verkehr mit ausländischen Rohhäuten.

1. Die Lagerplätze für ausländische Rohhäute sollten nur an abgelegenen Orten und namentlich nur in grösserer Entfernung von Wohnräumen und Stallungen eingerichtet, dicht umfriedigt und für Tiere nicht zugänglich sein.

2. Schuppen und dergl., welche zur Aufbewahrung von Futter- und Streuvorräten dienen, eignen sich zu Lager- und Arbeitsräumen für frische Rohhäute nicht.

3. Die Entwickelung von Staub beim Öffnen von Rohhautballen, sowie beim Sortieren, Ansetzen, Einpacken, Verladen und Verarbeiten der Häute und Felle ist soviel als möglich, erforderlichenfalls durch Besprengen mit Wasser, zu vermeiden.

4. Plätze, auf welchen ausländische Rohhäute gelagert oder bearbeitet sind, sollten nach der Benutzung gründlich gereinigt und in angemessenen Zwischenräumen desinfiziert werden.

5. Die zum Gerben verwandte Lohe, ferner die Haare und sonstigen Abfälle aus Gerbereien, die zur Verpackung ausländischer Rohhäute verwendeten Strohteile, Lumpen, Stricke u. dergl., sowie endlich der Kehricht sollten verbrannt oder nach vorheriger Desinfektion vergraben werden.

6. Personen mit äusseren Verletzungen sollten zu Arbeiten mit ausländischen Rohhäuten nicht zugelassen werden.

7. Die mit den Rohhäuten beschäftigten Personen sollten vor dem Verlassen der Arbeitsräume Gesicht, Arme und Hände, sowie Kopf- und Barthaare gründlich reinigen.

8. Die Reinigung der Lager-, Arbeitsplätze u. s. w. sollte nur auf nassem Wege geschehen.

9. Für die Desinfektion empfiehlt sich Chlorkalkmilch (hergestellt aus einem Teil frischen Chlorkalks und drei Teilen Wasser) oder Karbolschwefelsäure (hergestellt aus zwei Teilen roher Karbolsäure, einem Teil roher Schwefelsäure und vier Teilen Wasser). Kehricht und sonstige Abfälle sind behufs Desinfektion mit den gleichen Raumteilen dieser Mittel gründlich zu mischen.

Die Lederfabrikation oder Gerberei als solche bildet die Gesamtheit derjenigen Prozesse, durch welche die rohe Tierhaut in Leder umgewandelt wird.

Dem eigentlichen Gerbprozess, der in verschiedener Weise, als Lohgerberei oder Rotgerberei, als Weissgerberei oder als Sämischgerberei vor sich geht, hat stets eine Reinigung und Vorbereitung der tierischen Häute vorauszugehen. Dieselben werden in einem offenen Wasser oder in einem Bottich in kaltem Wasser eingeweicht und dann in einer Walke von Blut, Fett und Schmutz gereinigt. Dann werden sie durch Schaben an der Fleischseite von Fett, gröberen Bindegewebe- und Fleischteilen befreit, und ebenso an der Haarseite die Haare samt der Oberhaut abgeschabt. Zu letzterem Zweck werden die Häute vorher mit ätzenden Mitteln präpariert oder der fauligen Gärung ausgesetzt, indem man sie übereinandergelegt in einer Grube oder einem gut verschlossenen Raum, der sogenannten Schwitzkammer, einer Temperatur von 30—50° C längere Zeit aussetzt. Darauf werden die zu Sohlleder bestimmten Häute noch geschwellt, d. h. der Einwirkung einer sauren Brühe ausgesetzt, welche meist aus schon gebrauchter Lohe gewonnen wird. Die zu Oberleder bestimmten Häute kommen in eine Beize, die man am häufigsten aus zerkleinertem Tauben- oder Hundekot, in Ermangelung dessen aber auch aus Ammoniaklösung herstellt. Der eigentliche Gerbeprozess kann bei der Lohgerberei auf zweierlei Art erfolgen. Bei dem ersten Verfahren, dem sogenannten Versetzen, wird die Auflösung des Gerbstoffes dadurch erzielt, dass man die Häute mit zwischengestreuter Lohe in einer Grube übereinanderschichtet und mit Wasser übergiesst. Das zweite Verfahren, das hauptsächlich bei schwächeren Häuten angewandt wird, besteht darin, dass die Häute zunächst in schwächere und dann in immer stärkere Lohbrühen gebracht werden. Es folgen dann noch eine Reihe von Manipulationen, die je nach der Sorte des Leders verschieden sind, das Trocknen, Hämmern, Einfetten und diejenigen mechanischen Verrichtungen, welche dazu dienen, dem Leder ein schönes Aussehen zu geben.

Bei der Weissgerberei findet das Gerben in einer Brühe von Alaun statt. Bei der Sämischgerberei gelangen die gereinigten Blössen in Kleienbeize, werden dann ausgewunden und mit Fett getränkt.

Was die sanitären Verhältnisse der Arbeiter in den Gerbereien anlangt, so ist die hergebrachte Annahme, die Gerberei sei eine durchaus gesunde Beschäftigung, nicht in allen Stücken zutreffend. Das hervorstechendste Moment, das uns beim Betreten einer Gerberei entgegentritt, ist der widerwärtige Geruch, der namentlich in den Räumen herrscht, in denen die vorbereitenden Manipulationen mit den Häuten vorgenommen werden. Wenn es sich dabei auch nur zum Teil um eigentliche Fäulnisgase handelt, so wird doch unter allen Umständen, schon um der blossen Belästigung durch den üblen Geruch willen danach zu streben sein, des

letzteren durch sehr wirksame Ventilationseinrichtungen so viel wie möglich Herr zu werden. Die Wände der Arbeitsräume müssen in Zement verputzt und bis zur Höhe von 1,5 m mit Ölfarbe gestrichen werden, damit sie leicht gereinigt und desinfiziert werden können. Der Fussboden ist wasserdicht und mit Gefäll nach einem wasserdichten Kanal anzulegen. Eine ganz besondere Beachtung ist den genannten Fäulnisgasen an den Stellen des Betriebes zu schenken, wo sie sich in geschlossenen Räumen entwickeln, d. i. in erster Linie in den Schwitzkammern, in denen Gase, welche viel Schwefelammonium enthalten, in solchen Mengen entstehen, dass bei den mit dem Herausnehmen der Häute beschäftigten Arbeitern nicht nur leichtere Vergiftungserscheinungen, Ohnmachten und Übelkeiten, sondern sogar plötzliche Todesfälle beobachtet sind. Es ist daher Sorge zu tragen, dass die Kammer vor dem Betreten gründlich gelüftet und dass der Aufenthalt der Arbeiter in denselben möglichst abgekürzt wird.

Das eigentliche Gerben ist bei der Lohgerberei kaum mit besonderen Schädlichkeiten verbunden. Dagegen kommen bei den verschiedenen Methoden der Weissgerberei allerlei Schädlichkeiten vor, die jedenfalls Beachtung verdienen. Bei der Verarbeitung von Schaffellen wird, um die Wolle zu lösen, die Fleischseite des Felles mit Kalkbrei bestrichen, dem in der Regel Schwefelarsenik zugesetzt wird, eine Verbindung, bei der Schwefelarsen entsteht; oder man benutzt Gaskalk, der wegen seines Gehaltes an Cyanverbindungen, welche schon durch die Einwirkung der atmosphärischen Kohlensäure Blausäure entwickeln, mit der grössten Vorsicht behandelt werden muss (s. Abschn. XIII, S. 915). Beim eigentlichen Gerben wird der Brühe von Alaun Bleizucker zugesetzt, wobei das abfallende Bleisulfat zu beachten ist. Endlich haben die Arbeiter in Lederfabriken zum Teil sehr von der Nässe zu leiden. Dies letztere Moment erfordert eine zweckmässige, den Temperaturwechsel berücksichtigende Kleidung, sowie Fürsorge für eine sorgsame Hautpflege durch Waschen und Baden.

Die Gerbereien bilden durch die üblen Gerüche, die sie verbreiten, und durch ihre Abgänge einen der lästigsten Industriezweige für die Umgebung, und da ein Teil dieser Belästigungen selbst bei den besten Einrichtungen unvermeidbar ist, sollte bei Neukonzessionierungen die Anlage nur abseits von bewohnten Orten gestattet werden. Das Einweichen und Spülen von Fellen in öffentlichen Wasserläufen ist zu verbieten und in wasserdichten Bassins vorzunehmen. Ebenso sind Gruben, in denen Häute gekalkt, gegerbt oder Abfälle aufbewahrt werden, sowie die Klärbassins wasserdicht herzustellen, um einer Verunreinigung des Bodens vorzubeugen. Die festen Abgänge, die zur Leimfabrikation ver-

wandt werden, sind mit Kalkmilch versetzt in wasserdichten Gruben zu sammeln und abzufahren, die flüssigen Abgänge sind, ehe sie in die öffentlichen Wasserläufe abgelassen werden, zu desinfizieren und zu klären. Zweckmässiger wird es sein, sie zur Berieselung zu verwerten, da sie wegen ihres Gehaltes an stickstoffhaltigen Substanzen einen hohen Dungwert besitzen. Die arsenige Säure enthaltenden Beizen müssen vor dem Ablassen durch Eisensalze ausgefällt werden.

Lederbearbeitung. Die aus dem eigentlichen Gerbeprozess hervorgegangenen Häute werden noch einer Reihe von Operationen unterzogen, die zunächst die Verschönerung derselben bezwecken. Bei dem sogenannten Appretieren der Häute findet eine lebhafte Entwickelung von Gips- und Thonstaub statt, welcher bei den Arbeitern Reizungen und Katarrhe der Schleimhäute hervorrufen kann. Bei der Fabrikation des Glanz- oder Lackleders werden die auf das Leder gebrachten Überzüge wiederholt mit Bimsstein abgeschliffen. Der dabei entstehende Schleifstaub ist sehr gefährlich. Der auf das Leder aufgetragene Lackfirnis muss in einem bis zu 50^0 C erhitzten Raume so dünnflüssig werden, dass er sich auf dem Leder gleichmässig verbreitet. Wenn die Arbeiter sich in den geheizten Räumen auch nur kurze Zeit aufzuhalten brauchen, sind sie doch zeitweilig diesen schädlichen Temperaturen ausgesetzt. Die zu Pelzwerk verarbeiteten Häute werden vielfach gefärbt und der Pelz wiederholt gebürstet und geschoren. Der dabei auftretende Haarstaub ist im höchsten Grade gefährlich, zumal dabei vielfach metallische Färbemittel (Bleioxydlösungen) benutzt werden.

Alle diese Schädlichkeiten erfordern eine sorgfältige Beachtung und die sich aus der Natur der Sache ergebenden Maassnahmen zur Abwehr.

C. Papierindustrie.

Die Papierfabrikation stellt einen Komplex von technischen Vorgängen dar, die in ihrer Verschiedenartigkeit die mannichfachsten Ursachen zu Schädigungen der Arbeiter liefern.

Das Fabrikationsverfahren scheidet sich in eine Anzahl vorbereitender Manipulationen, die je nach dem Rohstoff, der zur Verwendung gelangt, verschieden sind, und die eigentliche maschinenmässige Herstellung des Endproduktes. Das ursprüngliche und früher ausschliesslich benutzte Material für die Herstellung des Papiers bildeten die leinenen Lumpen. Baumwollene Lumpen, die für sich ein minderwertiges Papier liefern, werden vielfach mit leinenen Lumpen vermischt verarbeitet; Wolle und Seidenstoffe können nicht benutzt werden. Bei der Verwendung von Lumpen zur Herstellung des Papiers werden diese zunächst in den Lumpensortiersälen der Papierfabriken,

neuerdings vielfach auch in besonderen Betrieben, die den Papierfabriken das für den eigentlichen Fabrikationsprozess vorbereitete Rohmaterial liefern, sortiert, d. h. von den nicht verwendbaren wollenen Lumpen und anderen Anhängseln befreit und sodann in Lappen von ziemlich gleichmässiger Grösse zerschnitten. Es folgt die trockene Reinigung, welche, wie wir später sehen werden, besser schon dem Sortieren vorausgeht, und darauf die nasse Reinigung, das Kochen. Dieses wird mit Lauge (Kalk, kaustischer Soda, Pottasche) in festen, sich drehenden Kesseln, den Lumpenkochern, vorgenommen, worauf die entfetteten, zart gewordenen Lumpen mit kaltem Wasser abgespült und sofort der eigentlichen Zerkleinerung in den Holländern unterworfen werden. Aus den Holländern, grossen Kufen, in welchen sich Trommeln mit Messern mit grosser Geschwindigkeit bewegen, geht die Halbmasse, das Halbzeug, oder der Halbstoff hervor, welcher nunmehr gebleicht wird. Dieses Bleichen findet in besonderen Holländern, vorwiegend unter Anwendung von Chlorkalk statt, dann wird wieder gewaschen, der Überschuss von Chlor durch schwefligsaures Natron entfernt und nochmals geholländert. Dem zweiten Holländer entfliesst der Ganzstoff, eine rahmartige Flüssigkeit, welche jetzt, entsprechend den gestellten Anforderungen, geklärt oder gefärbt, zur Appreturfähigkeit und Gewichtserhöhung mit Thonerde, schwefelsaurem Baryt, Gips oder dergleichen gemischt und endlich geleimt wird. Jetzt erst kommt die Masse auf die Papiermaschine, jene ingeniöse, aus gleichmässig sich fortbewegenden und seitwärts rüttelnden Drahtgeweben, aus kalten und heissen Walzen u. s. w. bestehende Vorrichtung, welche das endlose Papierblatt bildet und vollkommen trocknet, so dass es nur noch geglättet, zwischen Zinkplatten oder Kalandern satiniert, geschnitten und gefalzt zu werden braucht[1]).

Das wichtigste Surrogat der immer teuerer werdenden Lumpen, welches letztere mehr und mehr aus der Papierfabrikation verdrängt, bilden Holz und Stroh. Der aus diesen hergestellte Holz- und Strohstoff wird in besonderen Anlagen gefertigt, die wir der ihnen eigentümlichen Gefahren wegen für sich zu betrachten haben werden, und gelangt in einer Form in die Papierfabriken, die zu Gesundheitsschädigungen keinen Anlass mehr giebt.

Wir werden nach dieser kurzen Schilderung des Fabrikationsverfahrens die einzelnen für dasselbe erforderlichen Manipulationen für sich zu betrachten haben.

Behandlung der Lumpen. Wie im I. Abschnitt (S. 124) ausgeführt ist, sind Fälle beobachtet, in denen die Lumpen zu Erkrankungen der Arbeiter an Infektionskrankheiten (Pocken, Milzbrand) Anlass gegeben haben. Das geeignete Mittel, solchen Vorkommnissen mit Sicherheit vorzubeugen, hat Villaret a. a. O. bereits angegeben: Desinfektion durch strömenden Wasserdampf, ehe irgend welche Manipulationen mit den Lumpen vorgenommen werden, womöglich Desinfektion der Ballen, bevor dieselben geöffnet und gelockert sind. Leider stellen sich diesem Verfahren erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Bei dem Desinfektionsprozess werden die Lumpen nass. Sie müssen, um für

[1]) Vergl. Fremmert, Über die Morbiditätsverhältnisse in Papierfabriken. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege 1891, 4. Heft, S. 536.

die folgenden Operationen geeignet zu sein, wieder getrocknet werden. Das würde Räumlichkeiten erfordern, wie sie kaum irgendwo zur Verfügung stehen. Man wird sich daher wohl einstweilen damit begnügen müssen, der Provenienz der Lumpen die gebührende Beachtung zu schenken, und wird zu verhüten suchen, dass derartige verdächtige oder nachweislich mit Infektionsstoffen behaftete Stoffe in den Handel kommen[1]).

Die erste Manipulation, die mit den Lumpen vorgenommen wird, bildete früher das Sortieren derselben. Das Sortieren der ungereinigten Lumpen bildet eine der ekelhaftesten und, bei der erheblichen Staubentwickelung, die dabei unvermeidlich ist, auch eine gesundheitlich keineswegs anstandslose Verrichtung. Wir haben den verschiedenen Methoden, durch die man die dabei entstehenden Missstände vermeidet, bereits im V. Abschnitt, S. 403, eine ziemlich eingehende Darstellung gewidmet. Nach den heutigen Erfahrungen kann wohl die Forderung erhoben werden, dass in allen grösseren Betrieben dem Sortieren der Lumpen eine Reinigung derselben voranzugehen hat, bei der auf die Beseitigung des Staubes (vergl. S. 404) Rücksicht zu nehmen ist. Unschwer zu erreichen ist dies da, wo das Sortieren der Lumpen in der Papierfabriken selbst vorgenommen wird, wo also ohnehin mechanische Kraft gebraucht wird. Schwierigkeiten ergeben sich da, wo besondere Betriebe ausschliesslich das Sortieren der Lumpen übernehmen, die sie sortiert an die Papierfabriken liefern. In Baden hat man auch in diesem Falle den Anstalten, sobald sie etwa 130 Arbeiterinnen beschäftigen, die Herstellung mechanisch betriebener Staubabsaugungseinrichtungen aufgegeben.[2]) In mittleren und kleineren Betrieben wird man unter Umständen mit Rücksicht auf die Kosten eine solche Forderung nicht erheben können und wird sich auf die Anordnung einfacher Lüftungseinrichtungen beschränken müssen.

Auf das Sortieren der Lumpen folgt das Zerschneiden derselben. Die älteren, mit rotierenden Messern versehenen Lumpenschneider, die eine erhebliche Staubentwickelung verursachen, werden neuerdings zweckmässig durch solche mit vertikal beweglichen Messern ersetzt, wie sie in Deutschland u. a. von der bereits erwähnten Firma J. M. Voith in Heidenheim a. d. Brenz geliefert werden (Abschn. V, S. 404).

Bei dieser Konstruktion wird durch Kurbeln und Lenkstangen ein Messerkörper auf- und niederbewegt, welcher ein Längsmesser und drei rechtwinklig zu dessen Fläche aufgesetzte Quermesser trägt. Diese Messer setzen bei ihrer tiefsten Stellung

[1]) Über Lumpeneinfuhrverbote aus verseuchten Gegenden vergl. Wernich und Wehmer, Lehrbuch des öffentlichen Gesundheitswesens, S. 767. Stuttgart 1894.

[2]) Badischer Jahresbericht f. d. Jahr 1889, S. 57.

mit den Schneiden auf einen Zinkklotz auf, über welchen die Zuführungsvorrichtung die Lumpen schiebt. Das grosse querstehende Messer trennt von dem Lumpenkörper ein Stück ab, während zu gleicher Zeit die drei kleineren Messer diesen Streifen in vier Quadrate zerteilen. Nach Heben des Messerkörpers schiebt die Maschine die Lumpen entsprechend weiter. Die Trennung der Lumpen erfolgt dabei nicht durch Hacken, sondern der stetig anwachsende Druck der Messer zerschneidet die Hadern allmählich, es giebt also weder Schlag noch Stoss, so dass kein Staub entstehen kann.

Das Kochen der Lumpen mit einem Zusatz von Kalk und kaustischer Soda giebt, wenn es, wie allgemein üblich, in dicht schliessenden Gefässen erfolgt, zu Gesundheitsschädigungen keinen Anlass. Da hierbei in der Regel ein Druck von 1—2 Atmosphären angewandt wird, ist natürlich auf die Konstruktion der Apparate die nötige Sorgfalt zu verwenden, damit keine Explosionen vorkommen, und dieselben sind in geeigneten Zwischenräumen auf ihre Festigkeit zu prüfen.

Der nun folgende Holländerprozess hat kein sanitäres Interesse, wohl aber können beim Bleichen des Halbzeuges unter Umständen Gesundheitsschädigungen entstehen, indem die Arbeiter das zum Bleichen verwandte Chlorgas einatmen. Nachdem das ältere Verfahren der sogen. Gasbleiche, bei welchem die Bleichkammern schwer dicht zu halten waren und beim Herausnehmen des gebleichten Halbzeuges in dem letzteren in der Regel noch viel Chlor enthalten war, ziemlich allgemein durch die Nassbleiche ersetzt ist, haben diese Belästigungen der Arbeiter fast ganz aufgehört. Bei letzterem Verfahren werden entweder besondere Bleichholländer oder die Halbzeugholländer benutzt, die so gut schliessen, dass ein Entweichen von Chlorgas nicht mehr stattfindet. Da das Verfahren vor dem älteren auch technisch erhebliche Vorzüge besitzt, wird es das ältere sehr bald ganz verdrängt haben.

Holz- und Strohstofffabrikation. Als Ersatzmittel für die verhältnismässig teuren Hadern kommen zur Papierfabrikation in neuerer Zeit in immer steigendem Maasse Holz und Stroh, bezw. die aus denselben dargestellte Zellulose zur Verwendung. Das Stroh wird zu dem Zweck in Häcksel verschnitten, das Holz zerkleinert und durch Schleifen auf geeigneten Apparaten vorbereitet. Etwa bei diesen Prozeduren auftretende Staubbelästigung ist nach den im V. Abschnitt angedeuteten Grundzügen zu vermeiden.

Nur nebenbei sei hier bemerkt, dass die Firma Goetjes & Schulze in Bautzen neuerdings für diesen Zweck Holzzerkleinerungsmaschinen liefert, welche die sämtlichen, früher in Holzschleifereien verwandten Maschinen: Kreissägen, Astbohrmaschinen, Schälmaschinen, Fräsmaschinen u. s. w. samt den vielen zugehörigen Zwischentransmissionen und damit eine ganze Reihe von Gefahrenquellen für die Arbeiter beseitigt. Die der Maschine zugeführten Stämme bis zu 30 cm Stärke werden einfach in Scheiben von etwa 2 mm Dicke zerhackt und die letzteren durch ein automatisch arbeitendes

Transporttuch einer Zentrifugalmühle zugeführt, die sie zerkleinert. Ein Elevator trägt das Holz dann einer grossen rotierenden, mit verschieden weiten Sieben bespannten Siebtrommel zu, welche den Staub einerseits und die groben Äste andererseits von den zur weiteren Verarbeitung bestimmten Holzteilen trennt, welch' letztere mittels Transporttuchs und Elevators auf den Kocherboden gebracht werden[1]).

Für die Darstellung der Zellulose kommen heute wesentlich nur noch zwei Verfahren in Betracht: das Ätznatron- und das Sulfitverfahren.[2])

1. Bei dem Ätznatronverfahren wird das zerkleinerte Holz mit Ätznatronlauge in hermetisch verschlossenen Kesseln unter Druck von 6—14 Atmosphären gekocht. Das Ätznatron wird durch Auslaugung des gewonnenen Holzstoffes wiedergewonnen. Die erhaltenen Laugen werden verdampft, und der Rückstand wird in Kalzinieröfen geglüht. Belästigungen der Arbeiter sowohl wie der Umgebung können bei diesem Verfahren einmal durch die beim Öffnen der Kocher entweichenden Dämpfe, und zweitens durch die von der Kalzinierung der Lauge herrührenden Abzugsgase entstehen. Zur Vermeidung dieser Übelstände sind z. B. bei einem Fabrikneubau im Jahre 1887 von der badischen Behörde nachstehende Genehmigungsbedingungen aufgestellt:[3])

Genehmigungsbedingungen für die Anlage einer Natron-Zellulosefabrik.

1. Der Fabrikant hat das von ihm beschriebene Betriebsverfahren in allen Teilen einzuhalten, insbesondere müssen die Operationen des Kochens, Auswaschens und Eindampfens in vollständig geschlossenen Systemen vor sich gehen.

2. Alle Apparatteile, in welchen laugenhaltige Flüssigkeiten erhitzt oder unter Druck behandelt werden, müssen vollständig dicht hergestellt sein. Bei der geringsten Undichtigkeit, welche bemerkt wird, ist sofort der betreffende Apparatteil ausser Betrieb zu setzen, zu reparieren und erst nach Bestehung der vorgeschriebenen gesetzlichen Probe wieder in Betrieb zu nehmen.

3. Innerhalb vierundzwanzig Stunden dürfen nicht mehr als acht Kocherfüllungen entleert werden. Betreffs Kontrollierung dieser Produktionsgrenze muss das betreffende Betriebsbuch den Beauftragten der Behörde jederzeit zugänglich sein.

4. Die Leitung der Laugen sowohl von den Kochern wie von den Ausblasezylindern nach dem Endlaugenbehälter und von diesem nach den geschlossenen Kondensateuren muss durchweg in geschlossenen Röhren geschehen.

5. Der Endlaugenbehälter selbst muss ebenfalls hermetisch gegen die äussere Luft abgeschlossen sein; an demselben ist für das Eindringen von Luft beim Abblasen der Lauge ein sich nach innen öffnendes, automatisch wirkendes Ventil anzubringen.

6. Die im Kocher entstehenden Dämpfe müssen kontinuierlich abgeblasen und durch einen Oberflächenkondensator mit Wasserkühlung und genügend grosser Kühlfläche nach zwei abwechselnd funktionierenden Aufnahmebehältern geführt werden, in

[1]) Bericht der k. k. Gewerbe-Inspektoren über ihre Amtsthätigkeit i. J. 1894, S. 47. Wien 1895.

[2]) Heinzerling, Die Gefahren und Krankheiten in der chemischen Industrie, Bd. II, S. 245. Halle a. S. 1887.

[3]) Amtliche Mitteilungen 1887, S. 217 u. 305.

welchen die Scheidung von kondensierten Ölen und Wasser vor sich geht. Die Dimensionen dieser Behälter müssen derartig sein, dass vor der jeweiligen Entleerung eine vollständige Abscheidung des Öles eingetreten ist. Dieses Öl ist in gut verschlossenen Gefässen abzuführen, und muss dabei die Einrichtung getroffen werden, dass dasselbe beim Ablassen nicht mit der äusseren Luft in Berührung kommt. Die im Kondensator nicht verdichteten Gase müssen in geschlossenen Röhren unter eine Feuerung geleitet und dort vollständig verbrannt werden. Aus den Aufnahmebehältern wird das nach Entfernung der kondensierten Öle zurückbleibende Wasser in einen Ausdämpfer gepumpt, in welchem durch ein Schlangenheizrohr die letzten Reste der flüchtigen Öle und Riechstoffe ausgetrieben und ebenfalls in einer Rostfeuerung verbrannt werden.

7. Die aus dem zweiten Kondensator austretenden Dämpfe dürfen für den Fall nicht mehr zum Erwärmen der Mischerlauge benutzt werden, dass aus ihnen noch unkondensierte Gase austreten sollten; sie sind dann für sich zu kondensieren und die unkondensierbaren Anteile, wie unter Ziffer 6, in einer Rostfeuerung zu verbrennen.

8. Sämtliche im Bisherigen besprochenen Gasleitungen, welche unter die Rostfeuerungen führen, müssen in der Mitte unter den betreffenden Feuerungen in Form einer Brause endigen.

9. Die Feuerwand, welche den Vorraum begrenzt, ist so zu konstruieren, dass ein Undichtwerden derselben ausgeschlossen ist. Sollten sich trotzdem Undichtigkeiten zeigen, so darf keine Lauge in diesem Vorraum abgedampft werden.

10. Vor Eintritt der Ofengase in den Schornstein haben dieselben eine Endfeuerung zu passieren, damit die noch übrig gebliebenen Riechstoffe vollständig verbrannt werden. Sollte es sich hierbei herausstellen, dass die gewöhnliche Rostfeuerung ihrem Zweck nicht mit genügender Vollständigkeit entspricht, so ist dieselbe durch eine Regenerativfeuerung mit hocherhitzter Luft zu ersetzen.

11. Die zum Kochen zugerichteten Ätzlaugen dürfen nicht mehr als 10 % Schwefelnatrium von dem Gehalt der Lauge an Soda (Ätznatron und kohlensaures Natron auf letzteres berechnet) enthalten.

Auf Grund dieser Genehmigungsbedingungen sind von der betreffenden badischen Fabrik folgende Einrichtungen getroffen.

Das Holz wird nicht mit derselben Lauge fertig gekocht, sondern die Lauge zirkuliert nach und nach in vier in verschiedenen Stadien befindlichen Kochern in der Weise, dass der Stoff zuletzt mit reiner Lauge in Berührung kommt. Man erhält hierdurch weniger und konzentriertere Laugen für den Kalzinierungsprozess. Die Kocher werden nicht mehr offen, sondern in geschlossenen Gefässen ausgeblasen, und der Kocherinhalt wird in diesen systematisch ausgewaschen. Dadurch wird die mit dem Öffnen der mit heisser Masse gefüllten Kocher verbundene Belästigung vollkommen vermieden. Die beim Abblasen des Überdrucks entstehenden Dämpfe werden durch einen Kondensator geleitet, von welchem das Kondensationswasser sowie die noch nicht kondensierten Dämpfe abwechselnd nach einem der beiden geschlossenen Sammelgefässe gelangen. In denselben sammelt sich das Wasser, während die nicht kondensierten Dämpfe unter eine Feuerung geführt werden, wo sie verbrennen. Während sich das eine Sammelgefäss füllt, steht das andere 5—6 Stunden still, während welcher Zeit sich die übrigen Körper oben abscheiden. Letztere werden sodann durch mit Hähnen versehene Stutzen, die in verschiedener Höhe angebracht sind, abgelassen und auf einer Feuerung verbrannt. Die in den Sammelgefässen abgeklärten Flüssigkeiten, welche immer noch Riechstoffe enthalten, werden nun nach einem weiteren geschlossenen eisernen Behälter gepumpt und durch eine denselben durchziehende Dampfschlange

erhitzt. Die letzten Reste der Geruchskörper verflüchtigen sich hier und werden unter eine Feuerung geführt, wo sie ebenfalls verbrannt werden. Das ausgedämpfte und von seinen Riechstoffen befreite Wasser wird, nachdem es noch einen Niederschlags- und Klärungsprozess mit Ätzkalk durchgemacht hat, wieder in der Fabrikation verwendet.

Auf die möglichst vollkommene Verbrennung der bei der Kalzinierung entstehenden Gase wird dadurch hingewirkt, dass der Kalzinierofen drei gleichmässig verteilte Feuerungen enthält, so dass alle Gase vor ihrem Austritt aus dem Ofen nochmals eine intensive, mit starkem Luftzutritt betriebene Feuerung passieren müssen.

2. Bei dem Sulfitverfahren wird zur Herstellung der Zellulose hauptsächlich saurer schwefligsaurer Kalk mit einem Zusatz von Salzsäure verwandt, die in geschlossenen Kochern unter Druck auf das Holz einwirken. Die Kocher sind durch die Einwirkung der schwefligen Säure einer raschen Abnutzung unterworfen, und es ist daher eine häufige Prüfung der Festigkeit derselben dringend geboten. Eine grössere Widerstandsfähigkeit als die gebräuchliche Bleiauskleidung der Kocher scheint die Ausfütterung derselben mit sogen. Wenzelmasse zu gewähren.[1])

Die Masse besteht aus einem Gemenge von Chamottemehl, hydraulischem Kalk und Natronwasserglas. Aus dem Gemenge werden Steine gepresst, welche sich den Formen des Kochers anpassen. Beim Versetzen der Steine dient als Mörtel gleichfalls das genannte Gemenge. Sofort nach der Auskleidung wird die erste Kochung vorgenommen. Hierbei bilden sich Risse in der Masse, welche ausgehauen und sorgfältig verschmiert werden. Kochen und Ausbessern wird solange fortgesetzt, bis der Kocher durchaus dicht ist, d. h. bis weder Gas noch Flüssigkeit aus den im Kochermantel angeordneten kleinen Prüföffnungen herausbläst. Nach 14—20 Kochungen ist dies erreicht; dann wird behufs Erzielung einer glatten Oberfläche die Auskleidung mit der Spitzhacke bearbeitet und durch einen Mantel aus glasierten Thonkacheln geschützt, die gleichfalls mit Wenzelmasse versetzt werden.

Die Herstellung des Sulfits geschieht in Türmen, die durch senkrechte Scheidewände in Kammern eingeteilt sind. In jeder dieser Kammern liegen in verschiedenen Höhen eine Anzahl Roste, auf welche Kalkstücke gelegt werden. Von unten her wird schweflige Säure zugeleitet, die durch die Kalkschichten hindurchdringt. Von oben wird Wasser heruntergerieselt, welches den entstehenden schwefligsauren Kalk, sowie die freie schweflige Säure lösen soll, sich am Boden sammelt und von da in Zementkästen fliesst. Die eingeleitete schweflige Säure wird durch Rösten von Kies in Röstöfen erzeugt. Durch die Wasserberieselung wird nur eine unvollständige Absorption der schwefligen Säure erzielt, und ein Teil derselben entweicht. Es ist bei den bekannten giftigen Eigenschaften der schwefligen Säure von besonderer Wichtigkeit, dieselbe am Eintritt in die Arbeitsräume, bezw. in die umgebende Luft zu verbinden. Der Bezirksausschuss des Regierungsbezirks Oppeln hat

[1]) Jahresberichte 1891, S. 108.

im Jahre 1891 nachstehende Genehmigungsbedingungen für eine solche Anlage aufgestellt, die geeignet erscheinen, namentlich den Arbeitern einen ausreichenden Schutz zu gewähren.[1])

Genehmigungsbedingungen für die Anlage einer Sulfit-Zellulosefabrik.

1. und 2. betreffen Schutzvorrichtungen an maschinellen Einrichtungen und der Feuerungsanlage der Dampfkessel.

3. Es sind geeignete Absaugevorrichtungen herzustellen, um die sich bei der Röstung des Schwefelkieses entwickelnde schweflige Säure, soweit dieselbe nicht durch die vorhandenen Absorptionsapparate aufgefangen wird, nicht in die Fabrikräume gelangen zu lassen. Zu diesem Zweck sind die Öfen in allen ihren Teilen stets dicht zu erhalten und mit geeigneten Vorrichtungen zu versehen, welche das Eindringen saurer Gase in die Arbeitsräume verhindern. Dieselben müssen unschädlich gemacht werden, bevor sie ins Freie gelangen.

4. Die beim Abgasen der Kocher und beim Abblasen der Kochlauge entweichenden Dämpfe müssen kondensiert und die sich bildenden flüssigen Abgänge müssen zentralisiert werden. Werden die Dämpfe bei unvollständiger Kondensation mit den Röstgasen durch die Kalktürme geschickt, so darf das Gemisch der Gase und Dämpfe, um eine Belästigung und Schädigung der Adjazenten zu vermeiden, höchstens mit einem Gehalte von 0,003 Volumprozenten schwefliger Säure entweichen. Zur Kontrolle hierüber ist täglich einmal während des Betriebes eine Bestimmung des Gehaltes an schwefliger Säure in den abziehenden Gasen, und zwar an dem einen Tage zur Zeit, wenn nur die Gase der Röstöfen durch die Türme gehen, und am folgenden Tage, wenn diese gemeinsam mit den beim Abblasen der Kocher entweichenden Dämpfen abgehen, durch einen der Behörde namhaft zu machenden Beamten anzustellen. Dieser Beamte hat die Resultate dieser Proben in ein besonderes Buch einzutragen, für dessen richtige Führung er verantwortlich ist. Dieses Buch ist auf Verlangen der zuständigen Behörde jederzeit vorzulegen.

5. Beim Öffnen der Kocher dürfen keine Gase austreten, welche die Arbeiter oder die Nachbarschaft belästigen.

6. Neben der auf Abröstung von Schwefelkies basierten Laugenbereitung ist ein zweiter Laugenbereitungsapparat zu errichten, damit etwaige durch unvermeidliche Abnutzung der Einrichtungen hervorgerufene kleinere Schäden mit Leichtigkeit, und ohne dass eine Belästigung der Nachbarschaft stattfindet, beseitigt werden können. Für denselben wird die Verwendung fertiger, flüssiger schwefliger Säure zur Herstellung der Kochlauge vorgeschrieben.

7. Für alle Apparate, Leitungen u. s. w. sind solche, den Betriebszwecken entsprechende Materialien und Dimensionen zu wählen, dass dieselben dauernd in dichtem Zustande erhalten werden können, so dass ein Entweichen von Gasen u. s. w. durch undichte oder beschädigte Stellen, welches als den Voraussetzungen dieser Genehmigung widersprechend erachtet wird, nicht stattfinden kann. Ferner muss die Rostfläche der Kiesöfen so bemessen sein, dass das Ausstossen der Öfen vermieden wird. In dem Röstraum dürfen nur Ofenarbeiter beschäftigt werden. Insbesondere sind diejenigen Apparate u. s. w., in welchen sich frische oder verbrauchte Kochlauge befindet, in ihren Wandungen absolut dicht herzustellen und zu erhalten, oder behufs Vermeidung einer Spannung in denselben, welche das Austreten von Gasen veranlassen könnte,

[1]) Jahresberichte 1891, S. 108 u. S. 350. — Vergl. auch Abschn. XIII, S. 849.

mit einem Standrohr zu versehen, in welchem sich Einrichtungen zur Bindung der etwa austretenden Gase, z. B. Hürden mit Natriumkarbonat bedeckt, befinden.

8. Rückstände aus der Fabrikation dürfen nicht so gelagert werden, dass dieselben eine Belästigung der Nachbarschaft oder eine Verunreinigung der Brunnen oder des Flusslaufes herbeiführen können.

9. Die Waschwässer und die Abgänge der Stoffmaschinen dürfen nur in vollständig gereinigtem Zustande abgelassen werden. Die verbrauchten Kochlaugen dürfen nur getrennt von jenen in neutralisiertem und geklärtem Zustande dem Wasserlaufe zugeführt werden.

Die Abwässer der Sulfitzellulosefabriken enthalten die inkrustierenden Substanzen der Holzfaser, Pektin, Eiweissstoffe, Zucker, Harze, Gerbstoffe u. s. w., vermischt mit dem Überschuss von Chlorcalcium, schwefligsaurem Kalk, anderen Mineralsalzen und etwa freier schwefliger Säure. Nach den Angaben von Heinzerling[1]) würden diese Abwässer in Sammelbassins zu leiten und, wenn sauer, zu neutralisieren sein, was am besten durch Kalk geschieht. Tritt nach der Neutralisation eine Sedimentierung von festen Körpern ein, so trennt man diesen Schlamm durch langsames vorsichtiges Ablaufenlassen. Die ablaufende Flüssigkeit enthält noch einen Teil der organischen Bestandteile gelöst, ferner Kalk und andere lösliche Mineralsalze. Um eine Oxydation der organischen Stoffe herbeizuführen, könnte man die Wässer auf ein Gradierwerk pumpen und nach dem Gradieren durch ein Filtrierbeet von poröser Erde oder Sand filtrieren. Hier und da haben sich die Sulfitzellulosefabriken auch bereits dazu entschliessen müssen, kostspielige Anlagen zum Verdampfen der Lauge und der ersten Waschwässer zu errichten und letztere durch Verbrennen, bezw. Weiterverarbeitung auf gewerbliche Produkte unschädlich zu machen.[2])

Bei der eigentlichen Papierfabrikation kommen keine besonderen gesundheitsschädlichen Einwirkungen auf die Arbeiter vor. Die beim Durchgang des Papierblattes durch die Trockenpresse entstehenden Wasserdämpfe sind durch geeignete Ventilationseinrichtungen zu beseitigen.

Die Abwässer der Papierfabriken enthalten grosse Mengen organischer Substanzen (Faserstoffe) und müssen einer Reinigung unterzogen werden, ehe sie in die Flussläufe eingelassen werden. Es liegt auch im Interesse der Fabrikation, diese Stoffe nicht verloren gehen zu lassen, und deshalb hat man eine ganze Reihe von Vorrichtungen erdacht, um dieselben zurückzuhalten und wieder verwertbar zu machen. Als zweckmässig scheinen sich zu diesem Behuf die von E. Schuricht in Sieben-

[1]) a. a. O. Bd. II, S. 249.

[2]) Jahresberichte 1891, S. 88 u. S. 109; 1892, S. 102.

lehn angegebenen Filter zu erweisen[1]), weil der Wert der durch dieselben wiedergewonnenen Stoffe annähernd die Kosten für die Anlage und ihre Unterhaltung deckt. Die Anlage muss aber vor allem in einer der Abwassermenge entsprechenden Grösse ausgeführt werden. Natürlich lassen sich die Abwässer der Papierfabrikation auch durch andere Kläверfahren und durch Berieselung reinigen.

Papierverarbeitung. Das Färben des Papiers kann insofern zu Gesundheitsschädigungen Anlass geben, als dabei giftige Farben zur Verwendung kommen. Als besonders schädliche Farben müssen Schweinfurter Grün, Bleichromat, Mennige hervorgehoben werden. Bei der Herstellung des zu Spielkarten, Visitenkarten u. s. w. benutzten Glanzpapiers spielt das Bleiweiss eine Rolle, das unter Zusatz eines Klebemittels mittels einer Bürste aufgetragen wird.

Bei der Tapetenfabrikation ist es hauptsächlich die Arbeit des trockenen Satinierens, bei welcher sehr erhebliche Staubentwickelung stattfindet. Das Tapetenpapier erhält zunächst eine Grundfarbe, indem man dasselbe auf einem langen Tisch ausbreitet und die Farbe mit breiten Bürsten aufträgt. Nach dem Trocknen werden die Tapeten in die Satiniermaschine gebracht, in der eine flache Bürste mit kurzen, steifen Borsten aufgestreutes Talkpulver verreibt, durch welches das Papier gleichsam gewichst wird. Die Arbeiter sind dabei oft von Kopf bis zu Fuss von weissem Staube bedeckt. Enthält die Grundfarbe giftige Metalloxyde, so werden sich bei dieser Prozedur stets Partikelchen abreiben, welche sich mit dem Staub vereinigen.[2]) Besonderes Interesse verdient die Herstellung der mit Gold und Silber bedruckten Tapeten, sowie der sogenannten Sammettapeten. Die Herstellung der ersteren geschieht entweder in der Weise, dass man auf das mit einem Leinölfirnis bestrichene Papier Blattgold auflegt und nach dem Erhärten des Firnis die nicht aufgeklebten Teile abreibt, oder durch Aufstreuen von Metallpulver auf die gefirnissten, noch nicht getrockneten Stellen.

Zum Aufstreuen des Metallpulvers bedient man sich einer Vorrichtung, die eine gewisse Ähnlichkeit mit einer Kornstaubmühle hat. In einem Kasten befindet sich ein Flügelrad, über welches das Papier mit der unbedruckten Seite vermittels eines Walzenpaares hinweggeführt wird. Vor der Walze hängt die Tapete in einem Bogen abwärts und bildet eine Mulde, in welche eine grosse Menge Bronzepulver geworfen wird. Bei der Fortbewegung der Tapete rollt der grösste Teil der Bronze durch das Eigengewicht nach neu angekommenen Stellen, während die Flügel des Rades so heftig gegen das Papier schlagen, dass der nicht festgeklebte Bronzetaub abgeschleudert wird.[3])

[1]) Amtliche Mitteilungen 1888, S. 240. — Jahresber. des Grossh. Badischen Fabrikinspektors f. d. Jahr 1889, S. 66.

[2]) Eulenberg, Handbuch der Gewerbehygiene, S. 541. Berlin 1876.

[3]) Heinzerling a. a. O. S. 254.

Bei der Fabrikation des Glas- bezw. Schmirgelpapiers wird das Papier mit heissem Leimwasser bestrichen und sodann das sehr fein gemahlene Glas- oder Schmirgelpulver darüber gesiebt.

Bei allen diesen Prozeduren ist der Verhütung der Staubeinwirkung auf die sich damit befassenden Arbeiter die grösste Aufmerksamkeit zuzuwenden, weil es sich zum Teil um sehr giftige, zum Teil um höchst offensive Staubarten handelt. In den Räumen, in denen die befeuchteten Papiersorten getrocknet werden, ist die Abführung der mit Wasserdämpfen erfüllten Luft durch geeignete Einrichtungen anzustreben.

Das Buchbindergewerbe sowie die sogenannte Luxuspapierfabrikation bieten keine besonders hervortretenden Schädlichkeiten, soweit dieselben nicht mit lithographischen Anstalten und Einrichtungen zum Bronzedruck verbunden sind (s. S. 947). Starke Staubentwickelung beobachtet man beim Abschleifen der für den Goldschnitt bestimmten Schnittflächen auf Schleifscheiben. Da mit dieser Arbeit, selbst in sehr grossen Betrieben, ein und dieselbe Person nicht dauernd beschäftigt ist, bietet die Verwendung von Respiratoren bei dieser Verrichtung keine Schwierigkeiten. Wenn an dem Schleifapparat nicht eine sehr gut wirkende Absaugungsvorrichtung angebracht ist, sollte derselbe in einem besonderen, gegen die übrigen Arbeitsräume abgeschlossenen Raum untergebracht werden.

D. Polygraphische Gewerbe.

Schriftgiesserei. Das Schriftmetall ist eine Legierung, die zum grössten Teil aus Blei, zum kleineren Teil aus Antimon und Zinn in wechselndem Verhältnis besteht; ausserdem werden hier und da geringe Zusätze von Kupfer, Nickel, Zink oder Wismut gemacht. Diese Legierungen werden in der Weise hergestellt, dass dem in einem eisernen Kessel geschmolzenen Blei die anderen Bestandteile allmählich zugesetzt werden. Wird die Operation richtig geleitet, so entwickeln sich keine metallischen Dämpfe; jedoch ist beim Überhitzen des Metallgemisches sowie bei etwaigem Arsengehalt des Antimons die Entwickelung giftiger metallischer Dämpfe möglich. Wird gebrauchtes Schriftmetall umgegossen, so entstehen durch die Verunreinigungen desselben sehr belästigende Dämpfe. Das Schmelzen des Metalls ist daher in einem von den übrigen Arbeitsräumen abgeschlossenen Raum unter einem gutziehenden Dunstfange vorzunehmen.

Solche Dunstfänge werden aus Eisenblech hergestellt. Der untere Teil bildet einen senkrechten Zylinder oder ein vierseitiges Prisma, der obere Teil einen abge-

stumpften Kegel oder eine abgestumpfte Pyramide und setzt sich nach oben zu in ein senkrechtes Rohr fort. Mit diesem letzteren ist der Dunstfang in einem feststehenden senkrechten Rohr verschiebbar, welches in den Schornstein geführt ist. Wenn Metall geschmolzen wird, so wird der Dunstfang, der mit einem Gegengewicht ausbalanziert ist, auf den Schmelzheerd heruntergelassen. An demselben sind kleine Thüren zum Einwerfen von Material oder zum Umrühren angebracht.

Das Metall wird mit Kellen ausgeschöpft, in eiserne Formen gegossen und in Form kleinerer Barren den Giessmaschinen zugeführt. Beim eigentlichen Giessen sind die Arbeiter schädlichen Exhalationen kaum ausgesetzt, da der Schmelzpunkt der Legierung weit unter dem Verflüchtigungspunkte liegt, dagegen haben sie bei den älteren unvollkommeneren Handmaschinen viel durch das Verspritzen von Metallteilen zu leiden; namentlich die Hände und Unterame der Arbeiter findet man vielfach mit Brandwunden bedeckt. Dieser Übelstand wird durch die neueren vollkommeneren Maschinen fast ganz vermieden. Ferner sind die Arbeiter an den Giessmaschinen der Belästigung durch strahlende Wärme in nicht unerheblichem Grade ausgesetzt. Es ist daher eine Aufstellung der Giessmaschinen anzustreben, die eine möglichst direkte Einführung der die Heizgase abführenden Rohre in die Schornsteine ermöglicht, oder die Rohre sind, falls sie auf eine grössere Länge durch den Arbeitsraum geführt werden müssen, zu ummanteln; aus demselben Grunde ist eine ausgiebige Lüftung der Arbeitsräume dringendes Erfordernis.

Die auf den älteren Handmaschinen gegossenen Typen unterliegen noch einer Reihe durch Handarbeit bewerkstelligter Operationen, welche die mit denselben beschäftigten Arbeiter in Gefahr bringenden Weise der Einwirkung von Bleistaub aussetzen. Es sind dies zuerst das Abbrechen des Eingusses, das Abschleifen von Grat und Gussnaht und endlich das Richten und Hobeln, durch welch' letztere Manipulation die Lettern die richtige Höhe erhalten. Bei diesen sämtlichen Verrichtungen, die zum Teil weiblichen Arbeitern zufallen, sind Bleivergiftungen beobachtet. Unter den Schutzmaassnahmen gegen die letzteren steht die Fürsorge für ausgiebige Lüftung und Reinhaltung des Arbeitsraumes und eine peinliche individuelle Hygiene obenan. Zum grossen Teil vermieden werden diese Schädlichkeiten durch die in neuerer Zeit immer mehr Verbreitung findenden sogenannten „Kompletmaschinen“, welche das Abbrechen des Eingusses sowie die Beseitigung der den gegossenen Typen anhaftenden Unebenheiten ohne Staubentwickelung besorgen.

Schriftsetzergewerbe. Die Schädlichkeiten, welchen die Arbeiter in den Setzersälen der Buchdruckereien ausgesetzt sind, haben im I. Abschnitt, S. 97, ihre Besprechung gefunden. Es ist dort darauf hingewiesen, dass ein erheblicher Prozentsatz der unter den Schriftsetzern

beobachteten Tuberkulosefälle zweifellos auf ererbte Anlage zurückzuführen sein dürfte, und wir machen in der That die Beobachtung, dass sich dem Schriftsetzerberuf, wie gewissen anderen, zum Teil noch zu erwähnenden Berufsarten vorwiegend schwächliche Leute zuwenden, von denen eine grosse Anzahl die erwähnte erbliche Disposition besitzt. Der Beruf des Schriftsetzers gilt als ein solcher, der keine erheblichen Körperkräfte erfordert, woraus sich leicht der Andrang schwächlicher Individuen zu demselben erklärt. Hier sollte daher von vornherein der Hebel angesetzt und durch Belehrung darauf hingewirkt werden, dass zu Lungenerkrankungen disponierte Leute diesen gerade für sie höchst gefährlichen Beruf nicht ergreifen.

Was die Betriebseinrichtungen anbetrifft, so kommt einmal die Einverleibung des dem Letternmetall entstammenden Bleies als die Gesundheit gefährdend in Betracht. Es ist vorgeschlagen worden, das stark bleihaltige Letternmetall durch ein bleifreies oder weniger bleihaltiges zu ersetzen, nur haben sich leider die sogenannten bleifreien Kompositionen bis soweit technisch nicht bewährt, und wir haben einstweilen mit der Thatsache zu rechnen, dass bleihaltiger Staub in die Luft der Setzersäle gelangt. Dieser Staub kann, an den Fingern haftend, durch Berührung zum Munde gelangen und durch den Verdauungskanal einverleibt, oder er kann, in der Luft suspendiert, eingeatmet werden. Daraus ergeben sich folgende Forderungen: Verbot, im Arbeitsraume Speisen einzunehmen, natürlich unter gleichzeitiger Fürsorge für geeignete Räume zum Aufenthalt der Arbeiter in den Esspausen und für ausreichende Waschvorrichtungen, die vor jeder Mahlzeit ausgiebig zu benutzen sind. Wir möchten auch für das Rauchverbot eintreten, da die vom Speichel befeuchteten Zigarren — in manchen Druckereien ist es Gebrauch, dass die Schriftsetzer rauchen —, die oft direkt auf den Setzerkasten gelegt werden, ein vorzügliches Vehikel für die Übertragung von Bleistaub sind. Zu diesem Verbot wird die weitgehendste Fürsorge für die Vermeidung der Entstehung von Staub hinzukommen müssen (vergl. Abschnitt V, S. 393). Eine ganz besondere Aufmerksamkeit wird in dieser Hinsicht den Letternkästen zuzuwenden sein, auf deren Boden sich häufig dicke Lagen des bleihaltigen Staubes absetzen, ohne dass eine Reinigung vorgenommen wird. Bedenkt man nun, dass die Setzer fast während ihrer ganzen Arbeitszeit mit Mund und Nase in der Nähe der Kästen sich befinden, dass beim Entnehmen der Lettern aus den Kästen eine Bewegung und ein Aufwirbeln des in ihnen vorhandenen Staubes nicht zu vermeiden ist, so wird die grösste Reinlichkeit in den Arbeitsräumen es doch nicht verhindern können, dass die Setzer erhebliche Mengen von Staub einatmen. Das Reinigen der Kästen geschieht durchweg mittels des

Blasebalgs, und zwar häufig nicht etwa im Freien, sondern womöglich auf dem Treppenabsatz oder unmittelbar vor der Thür des Setzersaales, in welchen beim Aus- und Eingehen die Staubmassen hineingetragen werden.

Um hier Abhilfe zu schaffen, ist Sorge zu tragen, dass die Letternkästen oft und regelmässig gründlich, und zwar an geeigneten Orten und von erwachsenen Leuten — nicht, wie das häufig geschieht, von Lehrlingen — unter Benutzung von Respiratoren gereinigt werden. Regierungs- und Gewerberat Theobald schlägt vor, Letternkasten mit gelochtem Blechboden[1]) einzuführen und den Raum unterhalb des letzteren nach unten und den Seiten dicht abzuschliessen und mit der Saugleitung eines Ventilators in Verbindung zu setzen. Es würde so ein kontinuierlicher, durch die Lettern von oben nach unten gehender Luftstrom erzeugt werden, der nicht nur den Staub aus den Letternkasten mitnehmen, sondern auch zur Erneuerung der Luft in der Nähe der Setzerstände dienen würde. Die Einrichtung würde zweckmässig so zu treffen sein, dass der Unterkasten mit dem Anschluss an die Ventilation auf dem Tisch fest angebracht wäre und dass die oberen Kästen auf den Tisch aufgesetzt würden und so leicht nach Bedürfnis gewechselt werden könnten. Ob dieser Vorschlag bereits in der Praxis Bewährung gefunden hat, ist uns nicht bekannt. In den vielen Kleinbetrieben wird er sich schwerlich durchführen lassen.

Dass an die Setzersäle, schon mit Rücksicht auf die durch die zahlreichen Lichtquellen hervorgebrachte hohe Temperatur, in Bezug auf Luftraum und Luftwechsel die höchsten Anforderungen zu stellen sind, bedarf keiner besonderen Erwähnung.

Lithographie. Zu den Berufsarten, bei denen bei der Berufswahl der Disposition zu Lungenerkrankungen weit grössere Beachtung geschenkt werden sollte, als es in der Regel geschieht, gehört auch das Gewerbe der Lithographen, das bekanntlich einen sehr hohen Prozentsatz von Erkrankungen an Lungenschwindsucht liefert. Auch diese Beschäftigungsart gilt allgemein als eine „leichte“, körperliche Kräfte nicht erfordernde und übt daher ihre Anziehungskraft auf von Haus aus schwächliche Individuen aus, während gerade die letzteren nicht genug vor einer Berufsart gewarnt werden können, bei der die Atmungsorgane infolge des Mangels an Bewegung und der gezwungenen Haltung, bei der die Brust fest gegen den Tisch gepresst wird, nicht zur gehörigen Entfaltung kommen können. Die Erkrankung wird infolgedessen überall da, wo

[1]) Jahresberichte 1892, S. 351.

die Anlage bereits vorhanden ist, rasch zum Ausbruch gelangen. Die Gefahr wird noch erhöht durch den Staub, der, wenn auch in minimalen Mengen, so doch in sehr grosser Feinheit bei der Arbeit entsteht und von dem über den Stein gebückten Arbeiter fast direkt eingeatmet wird. An eine Absaugung desselben ist hier bei der Art der Arbeit kaum zu denken. Von grösster Wichtigkeit ist daher für die Arbeitersäle der Lithographen ein ausreichender Luftraum und Luftwechsel sowie dauernde Fürsorge für Entfernung von Staub und Unreinigkeiten durch häufiges feuchtes Aufwischen von Fussboden und Tischen.

Das Abschleifen der gebrauchten lithographischen Steine vor der Wiederbenutzung geschieht sowohl mit Schleifmaschinen wie mit der Hand, in beiden Fällen wird aber nass geschliffen. Trotzdem sind die betreffenden Arbeitsräume meist voll Staub infolge des verspritzten und nachträglich eingetrockneten Schleifschlammes. Im allgemeinen sind die mit dieser, körperliche Kraft erfordernden Verrichtung beschäftigten Arbeiter kräftige Leute, die weniger unter der Wirkung des Staubes zu leiden scheinen. Immerhin könnte auch in diesen Werkstätten durch grössere Reinlichkeit der Entwickelung von Staub vorgebeugt werden.

Buch- und Steindruckerei. Die Beschäftigung an der Buchdruckerpresse und an der entsprechenden für den Steindruck bestimmten Maschine giebt im allgemeinen zu Bedenken in gesundheitlicher Beziehung keinen Anlass. Die Gefahren, die durch die Verwendung giftiger Farben herbeigeführt werden können, sind minimale. Hier und da ist einmal die Beobachtung gemacht, dass die mit dem Reinigen der Farbewalzen beschäftigten Arbeiter infolge der andauernden Berührung der Hände mit dem dabei verwandten Terpentinöl Ekzeme bekommen haben. Jedenfalls handelt es sich aber auch hier um recht seltene Fälle.

Dagegen ist einer Schädlichkeit zu gedenken, d. i. der massenhaften Staubentwickelung beim Bronzedruck, die in allen Fällen zu ernsteren Bedenken Anlass giebt, wo, wie das in grösseren Steindruckereien und Luxuspapierfabriken der Fall ist, dieselben Arbeiter andauernd mit dieser speziellen Verrichtung beschäftigt sind. Das Verfahren besteht darin, dass das mit Bronzedruck zu versehende Papier einen entsprechenden Unterdruck mit einer klebenden Masse erhält. Dann fällt das Blatt auf einen vor der Maschine stehenden Tisch, und die pulverförmige Bronze wird mit Wattebürsten über das Papier gewischt, so dass sie an den vorgedruckten Stellen haften bleibt. Dabei ist es unvermeidlich, dass der Bronzestaub den ganzen Raum erfüllt. Die mit dem Bronzieren beschäftigten Mädchen pflegen den Kopf mit Papierhauben zu bedecken, weil ihr Haar sonst wie mit Bronze gepudert aussehen würde.

Um dies Verstäuben der Bronze zu vermeiden, hat die Schnellpressenfabrik von Schmiers, Werner & Stein in Leipzig besondere Bronziermaschinen konstruiert, die ringsherum mit Glaswänden verschlossen sind und nur für das Ein- und Ausführen des Bogens einen schmalen Spalt lassen. Setzt man dieselben mit einem Ventilationssystem in Verbindung, so ist das Austreten von Bronzestaub absolut verhindert. Leider bereitet die Verwendung solcher Maschinen technisch einige Schwierigkeiten. Die mit Bronze zu bedruckenden Bogen müssen einzeln von der Druckerpresse zur Bronziermaschine transportiert werden und leiden bei diesem Transport, würde man aber die letzteren transportabel einrichten, so fehlt es oft an Platz zu ihrer Aufstellung unmittelbar neben der Druckerpresse. Immerhin ist aber vom Standpunkte des Hygienikers der Einführung solcher Maschinen das Wort zu reden.

In derselben Weise wie Bronze wird in der Luxuspapierfabrikation auch Glasstaub verwandt, um Flächen herzustellen, die wie Schnee glitzern. Da der Glasstaub nicht minder offensiv wirkt wie der Bronzestaub, sind dieselben Vorsichtsmaassregeln angebracht wie bei der Verwendung des ersteren. Wo sich Bronziermaschinen nicht verwenden lassen, sollte man neben der Fürsorge für luftige Arbeitsräume in grösseren Betrieben, in denen viel bronziert wird, die Mädchen in der Beschäftigungsart wechseln lassen. Schwächliche und zu Erkrankungen der Atmungswege neigende Mädchen sollten von dieser Beschäftigungsart ganz ausgeschlossen werden.

XV. Abschnitt.

Textilindustrie. Bekleidung und Reinigung.

Von **E. Krumbhorn**,
Königl. Gewerbeinspektor in Elbing.

A. Textilindustrie.

In der gesamten Textilindustrie giebt es heute kaum noch einen Fabrikationszweig, der für die Arbeiter Gewerbekrankheiten spezifischer Natur bedingte. Die mässigen, bei den meisten Betriebsarten wiederkehrenden Belästigungen der Arbeiter, welche allerdings für körperlich weniger widerstandsfähige und insbesondere für solche Individuen, die zu Lungenkrankheiten disponiert sind, von mehr oder weniger gesundheitsschädlichem Einflusse sein können, entstehen hauptsächlich durch die durch Staub verschiedener Art verunreinigte Luft, durch die für die Fabrikation vielfach erforderliche hohe Temperatur und durch den erhöhten Wasserdampfgehalt in einzelnen Arbeitsräumen. Als weiterer Faktor ist noch die Feuergefährlichkeit vieler Betriebe, welche besonders bei der Pflanzenfaserverarbeitung eine nicht zu unterschätzende Gefahr für grosse Arbeitermassen bietet, zu erwähnen. In letzterer Beziehung sei hier auf die Ausführungen des III. Abschnittes, S. 285 ff. verwiesen. Durch gesetzliche Bestimmungen (vergl. Abschnitt XVII, B.) ist die Beschäftigung jugendlicher Arbeiter in denjenigen Räumen, in welchen die Staubentwickelung eine besonders grosse ist, untersagt.

Als erste und wesentlichste Abwehrmaassregel gegen fast alle in der Textilindustrie auftretenden gesundheitlichen Schädlichkeiten ist eine rationell angelegte und gut wirkende Ventilation der Fabrikräume oder einzelner Arbeitsstellen, wie solche Einrichtungen im IV. Abschnitt, Seite 338 bis 439 im allgemeinen abgehandelt sind, zu bezeichnen.

In den nachstehenden Kapiteln sollen vornehmlich die Fabrikationszweige besprochen werden, welche in sanitärer Hinsicht durch ihre Betriebsweise besonders bemerkenswert sind und daher ein allgemeines Interesse beanspruchen.

Spinnerei. 1. Wolle. Die in Deutschland verarbeitete Wolle stammt fast ausschliesslich von verschiedenen in- und ausländischen Schafracen her. Die ersten Manipulationen mit der Wolle sind die Pelz- oder Rückenwäsche, die Schur und das Sortieren der Wolle. Geschieht die letztere Verrichtung in geschlossenen Räumen, so ist wegen der hierbei unvermeidlichen Staubentwickelung für ausreichende Lüftung zu sorgen. Die verschiedenen in der Wolle enthaltenen Substanzen, welche man unter dem Namen Wollschweiss zusammenfasst, werden durch Kochen mit alkalischen Flüssigkeiten in Waschmaschinen, den sogenannten Leviathans, entfernt.

Dieselben bestehen aus mehreren kastenförmigen, hintereinander stehenden und unter sich verbundenen Behältern. Durch Walzen und Rechen wird die Wolle in den einzelnen Behältern mit der Reinigungsflüssigkeit und zuletzt mit reinem Wasser in Berührung gebracht und alsdann in den Spülmaschinen nochmals nachgewaschen. Die hierbei sich entwickelnden Dünste sind der Gesundheit nicht nachteilig, wohl aber können die abfliessenden Rückstände aus dieser Maschine, ebenso wie die beim darauffolgenden Karbonisieren der Wolle sich ergebenden Abwässer Nachteile bedingen. Von ihrer Unschädlichmachung wird in einem späteren Abschnitte eingehend gesprochen werden. Die erwähnte Karbonisation der Wolle geschieht mittels Schwefelsäure, um die noch vorhandenen vegetabilischen Stoffe, wie Kletten, Holzstückchen u. s. w. ohne Beschädigung der Wollfaser selbst zu zerstören. Bei dem Umgehen mit den Säureballons ist für die Arbeiter die grösste Vorsicht geboten, vor allem sind Leute mit offenen Wunden an den Händen nicht bei dieser Arbeit zu verwenden.

Bei der zum Spinnen vorbereiteten Wolle unterscheidet man zwei Hauptsorten: die Kammwolle mit langer Faser und die Streichwolle von kürzerer, krauser Beschaffenheit. Beim Auskämmen der Wolle ist die Stauberzeugung eine verhältnismässig geringe, auch die Maschinen sind weniger gefährlich als die in den Streichgarnspinnereien verwandten. In letztgenannten Betrieben wird die Wolle, bevor sie auf die Krempelmaschinen gelangt, in vollkommen geschlossenen „Schmierwölfen“ mit Oleïn oder anderen Ölgemischen eingefettet. Dieses Einfetten soll die Wollfaser geschmeidiger für die weitere Bearbeitung machen und verhindern, dass die Wollhaare an den Kratzendrähten hängen bleiben.

Die Wollkrempel (Droussetten) sind Maschinen, bei denen die Kratzenwalzen, welche um den Tambour herumgelagert sind, sich nicht überdecken lassen, weil sonst der Arbeitsvorgang auf denselben nicht ständig beobachtet werden kann und dadurch fehlerhaftes oder minderwertiges Fabrikat erzeugt werden würde. Trotzdem ist hier die Staubentwickelung eine geringe, lässt sich allerdings ebenso wie bei den geschlossenen, aber selten mit Lüftungseinrichtungen versehenen Wölfen nicht ganz vermeiden. Durch das Einfetten wird der Staub schwerer, senkt sich leichter zu Boden und verbreitet sich nicht so lebhaft im Arbeitsraum wie trockener Staub. Als ein Übelstand ist dagegen der

Ölgeruch zu bezeichnen, der sich in den Wollspinnereien je nach der Qualität des Schmiermittels mehr oder minder unangenehm bemerkbar macht. Von nennenswerter Schädlichkeit für die Gesundheit der Arbeiter ist im allgemeinen weder dieser Öldunst noch der Wollstaub selbst (vergl. Abschnitt I, S. 66). Eine zweckentsprechende künstliche Ventilation bei hohen und nicht überfüllten Räumen wird die gesundheitsschädlichen Einflüsse in den Wollspinnereien auf ein geringes Maass beschränken.

Die weitere Verarbeitung der Wolle, nachdem sie als zusammenhängender Pelz die Krempelmaschine verlassen hat, bietet vom hygienischen Standpunkte wenig Interesse.

2. Baumwolle. Die Baumwollindustrie ist unter allen Zweigen der Textilbranche zur Zeit die bei weitem verbreitetste. Die im Vergleich zur Wollindustrie verhältnismässig neuen Baumwollfabriken sind im allgemeinen auch von Hause aus baulich mehr den modernen sanitären Anforderungen entsprechend eingerichtet als die älteren Wollspinnereien. Diese erhöhte Sorgfalt bei der Anlage von Baumwollspinnereien ist um so notwendiger, als der trockene Baumwollstaub unzweifelhaft viel gefährlicher auf die Respirationsorgane einwirkt als der fetthaltige Wollstaub (vergl. Abschnitt I, S. 88). Die schädlichen Einflüsse desselben werden sehr wesentlich gemildert durch die Bauart der Baumwollfabriken, welche überwiegend als Shedbauten errichtet werden, deren viele Oberlichtfenster eine bessere natürliche Ventilation ermöglichen als Hochbauten. Von noch wesentlicherer Bedeutung in sanitärer Beziehung sind die von Jahr zu Jahr vervollkommneten Maschinen und die mit ihnen zusammenhängenden Ventilationseinrichtungen.

Die in festgepressten Ballen eingeführte Baumwolle ist stark mit Schmutz, Sand und Kapselresten der Baumwollpflanze verunreinigt. Die Entfernung dieser Bestandteile und das Auflockern der festen Flocken wird durch den Wollwölfen ähnlich konstruierte Manschinen, die „Öffner" (Opener) und „Schlagmaschinen" (Batteurs) bewirkt, wie solche im V. Abschnitt, S. 405—407 beschrieben sind. Diese Maschinen stehen mit Absaugevorrichtungen in Verbindung, welche mittels Exhaustoren die ausgeklopften Unreinigkeiten dem sogenannten Staubturm zuführen. Die schwereren Bestandteile sammeln sich in dem unteren Teil des Turmes in den Staubkammern an und können von hier nach Bedarf entfernt werden, während die leichteren Fasern u. s. w. durch die oberen Seitenöffnungen des Turmes ins Freie entweichen. In den meisten Spinnereien wird das gereinigte Material selbstthätig durch Schnecken, Elevatoren, Transporttücher u. s. w. nach den anderen Arbeitsstellen weitergeschafft, wobei je nach der Konstruktion dieser Transportvorrichtungen abermals

eine Ausscheidung der feinen Baumwollfasern, die nicht zum Verspinnen verwendet werden, stattfindet.

Die gereinigte Baumwolle wird alsdann auf den Kratzen weiter verarbeitet, welche ihrem Grundprinzip nach mit den in der Wollspinnerei benutzten Krempeln Ähnlichkeit haben, aber den grossen Vorteil bieten, dass sie von allen Seiten geschlossen werden können, so dass auch bei dieser Manipulation nur wenig Staub in die Arbeitsräume gelangt. Der auf den Kratzen sich bildende Faserstaub sammelt sich unter denselben und kann ohne wesentliche Belästigung der Arbeiter entfernt werden. Die Baumwolle verlässt die Kratzen in Form bandartiger Streifen oder Schnüre und wird alsdann auf den Streck- und Spinnmaschinen zu fertigem Garn weiter verarbeitet. Die beim Spinnen selbst entstehenden fadenartigen Abfälle werden, falls sie sich nicht zur Wattefabrikation eignen, als Putzwolle in den Handel gebracht. — Die Spinnmaschinen zerfallen in zwei Hauptarten, die Vorspinn- und die Feinspinnmaschinen, auf welchen das Garn durch die sogenannten Ringspindeln hergestellt wird. Durch die in Wärme umgesetzte riesige Geschwindigkeit dieser Spindeln (8—10000 Umdrehungen in der Minute) wird eine beträchtliche Temperaturerhöhung im Spinnsaale erzeugt, was in sanitärer Hinsicht nicht unbeachtet bleiben darf. Diese Temperaturerhöhung hat nämlich zur Folge, dass der Feuchtigkeitsgehalt der Luft erheblich verringert wird. Eine zu trockene Luft ist aber nicht nur für die Gesundheit der Arbeiter deshalb nachteilig, weil sie die Verbreitung des trockenen und feinen Staubes begünstigt, sondern sie wirkt auch ungünstig auf den Spinnprozess ein, weil der Baumwollfaden in warmer, wasserarmer Luft leicht brüchig wird. Zur Beseitigung dieser Übelstände richtet man zweckmässig eine künstliche Ventilation ein, welche nicht nur die verbrauchte Luft absaugt, sondern auch frische Luft zuführt; ausserdem ist für Ersatz des absorbierten Feuchtigkeitsgehaltes der Spinnereiatmosphäre zu sorgen. Über die hierbei in Betracht kommenden Gesichtspunkte, sowie über die technischen Einzelheiten solcher Luftbefeuchtungsanlagen vergl. Abschn. IV, S. 373 ff. Bei Benutzung der daselbst beschriebenen Vorkehrungen und unter Beobachtung der gehörigen Sauberkeit werden sich die sanitären Nachteile, welche auch in gut eingerichteten und sorgsam geleiteten Baumwollspinnereien nicht ganz zu vermeiden sind, wenigstens für erwachsene und von Haus aus gesunde Arbeiter kaum bemerkbar machen.

Weit ungünstiger liegen die Verhältnisse in den Baumwollabfallspinnereien. Es sind dies in der Regel kleinere, wenig kapitalkräftige Betriebe, welche alle, auch die geringwertigsten und unsaubersten Abfälle aus den grossen Spinnereien aufkaufen und zu Scheuerlappen u. a. weiter verarbeiten. Häufig sind in diesen Betrieben schon die Räumlichkeiten

so eng und beschränkt, dass mit dem besten Willen kaum einigermaassen erträgliche Aufenthaltsbedingungen zu schaffen sind, oft fehlen dem Unternehmer aber auch vollständig die Mittel, den Betrieb ordnungsmässig einzurichten. Selbst die benutzten Maschinen sind zuweilen von der primitivsten Bauart, so dass sich die in dem Rohmaterial enthaltenen grossen Staub- und Schmutzmengen leicht in dem ganzen Arbeitsraum verbreiten können. Zudem werden zur Ersparung höherer Löhne meist junge Leute mit noch unentwickeltem Körperbau, und zwar vorwiegend Mädchen beschäftigt. Gegen diese Missstände ist eine Abhilfe nur von dem strengsten Vorgehen der Aufsichtsbehörden zu erwarten.

3. Flachs. Flachs und Hanf, welche vorzugsweise in der Leinenindustrie verwendet werden, bedürfen einer eigenartigen Vorbereitung, bevor die Faser zum Spinnen tauglich ist.

Nachdem die Flachspflanzen durch grobe, eiserne Riffelkämme von den Samenkapseln befreit sind, werden sie einem Fäulnisprozess, dem Rösten oder Rotten, unterzogen. Bei dem Rösten wird die Bastfaser durch einen Gärungs-, bezw. Fäulnisprozess, also auf chemischem Wege, von den anderen Teilen des Flachsstengels getrennt, was auf rein mechanischem Wege, ohne die Gefässe des Bastes selbst zu verletzen, nicht möglich ist; gleichzeitig werden bei diesem Verfahren die kleberartigen Substanzen (Eiweiss und Harzstoffe) aufgelöst und aus den Pflanzenfasern entfernt. Die drei Hauptarten des Röstens sind die Luftröste, die Teichröste und die Kastenröste.

Bei der Luftröste wird der Flachs auf den Feldern ausgebreitet und der Einwirkung von Luft, Wärme und Feuchtigkeit ausgesetzt, bis sich nach 8—10 Wochen der Bast von Holz und Rinde leicht ablöst. Die hierbei sich bildenden Gärungsprodukte verbreiten einen weniger üblen Geruch als die anderen Arten des Rottens. Bei der Teichröste werden die Pflanzenbündel in Röstgruben mit Wasser bedeckt gehalten; nach mehreren Tagen geht der Gärungsprozess vor sich, und die Fäulnisgase erfüllen alsdann die Luft mit einem widerlichen Geruch. Es ist deshalb darauf zu achten, dass diese Verrichtungen nicht in der Nähe von Wohnungen oder öffentlichen Wegen vorgenommen werden. Die dritte Art des Röstens, die Kastenröste, bei der man auf künstlichem Wege den Fäulnisprozess zu beschleunigen sucht, ist wegen des dabei fast immer auftretenden Schwefelammoniums für die Arbeiter selbst geradezu gefährlich. Das Rösten geschieht in Kästen oder Bottichen mit reinem Wasser von einer Temperatur von 30—35° C oder mit Wasser, dem faulende Substanzen, z. B. Blutserum oder Bierhefe u. dergl. oder auch je nach der speziellen Methode verdünnte Schwefelsäure oder Laugen zugesetzt sind. Die bei diesem Rösten sich in grosser Menge bildenden Fäulnisgase sind in vollkommenster Weise abzuleiten; sie werden am besten zwecks Verbrennung und völliger Unschädlichmachung in eine Feuerung eingeführt. Über die Abwässer beim Flachsrösten, welche ebenfalls eine sorgfältige Behandlung erfordern, wird in einem späteren Abschnitte das Erforderliche angegeben werden.

Ausser den vorbesprochenen drei Arten des Röstens wird noch ein kombiniertes Verfahren angewendet, das besonders geeignet ist, ein Überrösten zu verhüten und dem Flachs eine schöne lichtere Färbung zu geben; man verbindet zu dem Zweck die Teichröste mit der Luftröste. Bei diesem gemischten Verfahren bleiben die Pflanzen im Wasser, solange sich der Fäulnisgeruch nicht bemerkbar macht, alsdann wird der

Flachs zur Beendigung des Röstens der Luft ausgesetzt. Neben noch vielen anderen mehr oder weniger gebräuchlichen Methoden des Flachsröstens sollen in neuester Zeit Versuche des Röstens auf elektrolytischem Wege gemacht sein. Der Flachs wird hierbei in ein mit Wasser von 30° C gefülltes Holzgefäss so eingelegt, dass die Pflanzen die positive Elektrode bilden, während die negative Elektrode in einer Kupferplatte von entsprechender Oberfläche besteht. Nach einem mehrstündigen Durchgang des Stromes bedeckt sich dss Kupfer mit einer schmutziggelben Schicht, dem Zersetzungsprodukt der harzigen uud klebrigen Teile der Pflanzenfaser. Der ganze Röstprozess soll nur 48 Stunden zur Vollendung erfordern; grössere praktische Erfahrungen dürften hiermit jedenfalls noch nicht gemacht sein.

Aus dem gerösteten Flachs werden die holzigen Teile durch das Brechen, Schwingen und Ribben entfernt. Zum direkten Verspinnen endlich wird der Schwungflachs, in welcher Gestalt er meistens in den Handel kommt, durch das Hecheln vorbereitet. Die bei diesen letzteren Vorbereitungsarbeiten entstandenen Abfälle kommen als Werg und Hede auf den Markt. Sowohl bei der Hand- wie auch bei der Maschinenhechelei und dem Brechen u. s. w. ist die Stauberzeugung eine recht bedeutende; es ist daher, zumal wenn diese Arbeiten nicht im Freien oder in luftigen Hallen, sondern in geschlossenen Räumen vorgenommen werden, eine wirksame Ventilation unentbehrlich.

Bei der weiteren Verarbeitung aller dieser Faserstoffe ist die Verwendung der Karden für die hygienische Betrachtung in erster Linie von Bedeutung. Je nach der Beschaffenheit des zu bearbeitenden Materials ist die Staubentwickelung eine mehr oder minder grosse. Rücksichten auf die Fabrikation verbieten in der Regel ein vollständiges Abschliessen der drehenden Kardenwalzen; es dürfte daher auch die auf Seite 422 beschriebene, an der oberen Karde selbst angebrachte Staubabsaugung nur eine geringe Verbreitung gefunden haben. Eine zu kräftige Ventilation des ganzen Raumes hat wiederum den Nachteil, dass durch die entstehende Zugluft einerseits Erkältungen der Arbeiter verursacht und andererseits die leichten Fasern von der Maschine weggerissen werden. Man muss daher möglichst Bedacht darauf nehmen, den Staub an der Staubquelle selbst, also hier an jeder einzelnen Karde aufzufangen. Die Ausführung wird etwa folgende sein:

Soweit als irgend angängig ist der obere Teil (Tambour und Walzen) der Karde zu überdecken, das untere Gestell ist bis auf den Fussboden herab von allen Seiten dicht abzuschliessen, so dass sich der nach unten gerissene Staub unter der Maschine ansammelt. Unterhalb jeder Karde ist ein Absaugekanal anzubringen, welcher mit einem gemeinschaftlichen Kanal in Verbindung steht, durch welch' letzteren mittels eines kräftigen Exhaustors der Staub einer möglichst feuersicheren Staubkammer zugeführt wird.

Dieser Art der Ventilationseinrichtung wird vielfach das Bedenken entgegengehalten, dass sie Feuer, welches nicht selten durch Reibung oder Funkenbildung in den Karden entsteht, durch den gemeinschaftlichen Verbindungskanal und den saugenden Luftstrom

von dem Brandheerde auf die anderen Karden fortpflanze. Diese Gefahr lässt sich vollständig beseitigen, wenn die Kanäle aus Steinen gemauert und mit dicht schliessenden Eisenplatten abgedeckt werden, um durch letztere Verstopfungen in der Kanalleitung oder andere Störungen bequem beseitigen zu können. Ferner ist es wünschenswert, dass der Verbindungskanal im Freien, ausserhalb des Fabrikgebäudes, liegt und dass in diesem Kanal zwischen jedem Zuleitungskanal eine selbstthätige Absperrvorrichtung angebracht wird, wodurch das entstehende Feuer auf einen kleinen Raum beschränkt, bezw. durch Absperrung der Luft erstickt werden kann. Diese Absperrvorrichtung wird durch eine eiserne Klappe gebildet, welche durch eine leicht brennbare, mitten im Kanal liegende Schnur geöffnet zu halten ist. Sobald diese Schnur durchbrennt, fällt die Klappe entweder durch ihre eigene Schwere oder infolge eines Federdruckes auf eine Dichtungsfläche herab, die des besseren Dichthaltens halber nicht genau vertikal sondern etwas schräg gestellt ist.

Lassen sich aus irgend welchen lokalen Gründen oder Bedenken diese Abzugskanäle nicht zur Ausführung bringen, so ist wenigstens die ganze Karderie in einem für sich abgeschlossenen Raume unterzubringen, damit ausser den Kardenarbeitern selbst keine anderen Arbeiter unter dem Staube mitzuleiden haben. Dieselbe Maassnahme sollte auch in allen Hechelräumen getroffen werden. Für diese beiden Betriebsabteilungen ist es ferner von grösster Wichtigkeit, den Fussboden täglich öfters nass aufzukehren, damit der hier besonders infolge des Transports von Spinnmaterial sich ansammelnde Staub nicht fortwährend aufgewirbelt wird und die Luft verunreinigt. Bei Holzdielen ist zur Verhütung des Faulens der Bretter ein wiederholtes Einölen empfehlenswert.

Von den verschiedenen weiteren Manipulationen bei der Bearbeitung des Flachses, Hanfes, der Hede und Jute bietet die Nassspinnerei in sanitärer Hinsicht das grösste Interesse. Die Einrichtung dieser Spinnereiabteilung ist, wie auch die der übrigen Spinnmaschinen aller vorgenannten Faserstoffe, im grossen und ganzen die gleiche oder doch eine sehr ähnliche. Bei dem Feinspinnen auf den Watermaschinen wird das Garn, um ihm im Moment des Zusammendrehens die diesen Faserstoffen eigentümliche Starrheit zu nehmen, durch einen Trog mit heissem Wasser von etwa 80° C geführt, bevor es zwischen die Streckwalzen gelangt. Hierdurch stellen sich mancherlei Unzuträglichkeiten heraus, welche sich zwar nicht ganz vermeiden, aber durch geeignete Betriebseinrichtungen doch so weit einschränken lassen, dass der Aufenthalt in den Nassspinnereien auf die Gesundheit der Arbeiter nicht allzu nachteilig einwirkt. Durch die hohe Temperatur des benutzten Wassers in den Spinntrögen und durch die in denselben sich abscheidenden organischen Stoffe (Pflanzenleim und Fett) wird in dem Arbeitsraum eine faulige und heisse Atmosphäre verbreitet, welche Gesundheitsstörungen zu erzeugen imstande ist. Es ist daher unumgänglich notwendig, die Tröge stets gut verschlossen zu halten, die Maschinen mindestens wöchentlich einmal zu reinigen und

zu putzen, den Fussboden täglich öfters aufzuwaschen und Abzugsschächte, deren Öffnung sich den Witterungsverhältnissen entsprechend durch Zugklappen regeln lässt, anzulegen. Diese in der Decke des Raumes angebrachten Schächte haben sich besser für die Abführung der heissen und mit Wasserdampf gesättigten Luft bewährt, als eine durch kräftige Ventilatoren erzeugte Lüftung, bei welcher die sehr leicht gekleideten Arbeiterinnen sich häufig erkälten. Der bei einzelnen der an diesen Maschinen beschäftigten Arbeiterinnen sich an den Händen bildende Ausschlag, der sogenannte Fingerwurm, dürfte in erster Linie auf eine vernachlässigte Hautreinigung zurückzuführen sein und sich daher ohne Mühe vermeiden lassen.

4. Kunstwolle. Unter Kunstwolle versteht man die aus wollenen Lumpen oder Hadern hergestellten Produkte, welche unter den Namen Shoddy und Mungo in den Handel gebracht werden. Zur Gewinnung des Shoddy gebraucht man die gestrickten Stoffe aus langem Garn, während zu Mungo alle übrigen Wollstoffe verarbeitet werden.

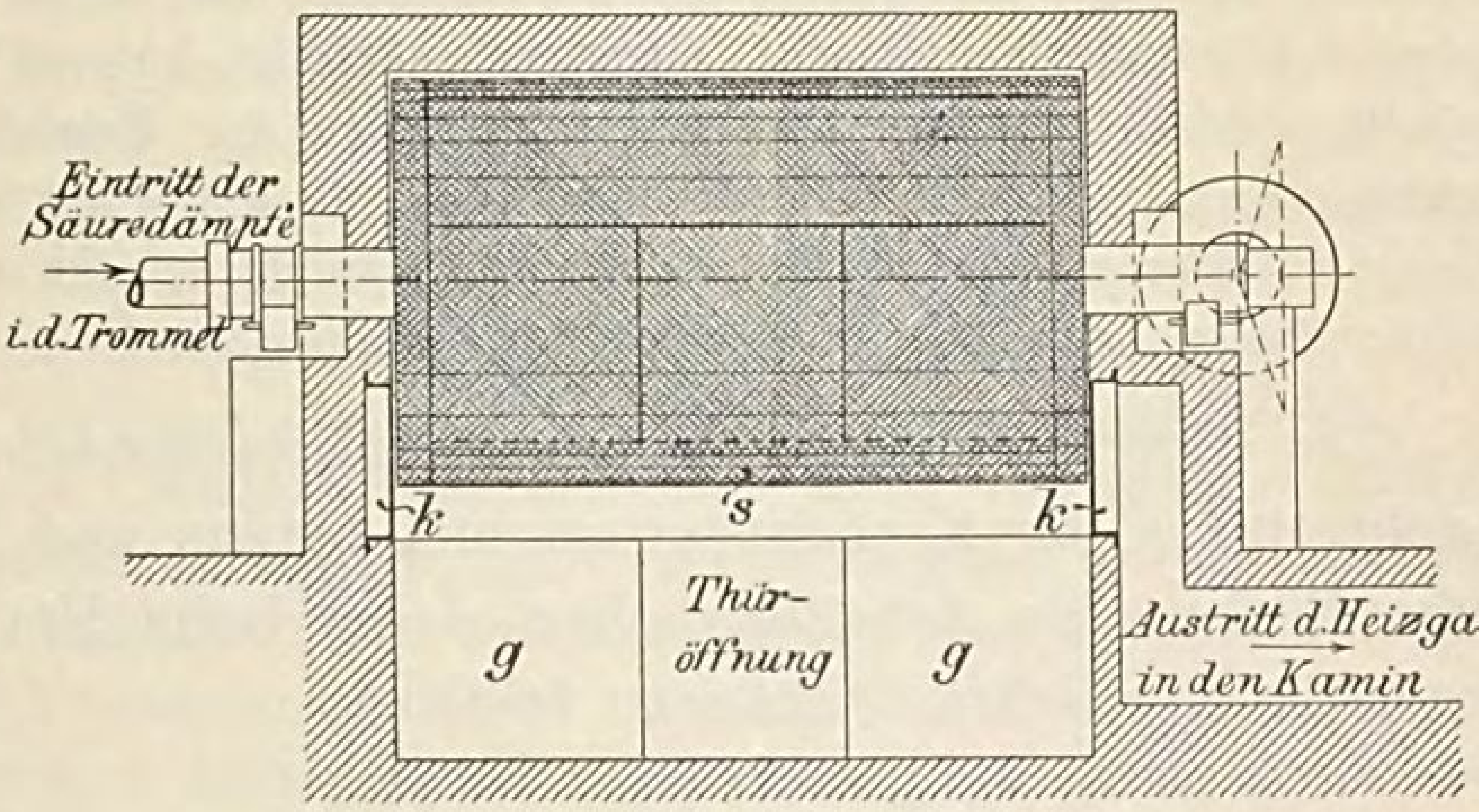
Durch das Sortieren werden die zweierlei Hadern voneinander getrennt, auch sonst alle mit den Hadern vermischten Reste aus Pflanzenfaserstoffen möglichst beseitigt. Der in den Lumpen (Hadern) enthaltene Staub und Schmutz machen das Sortieren zu einer höchst unsauberen und nicht ungefährlichen Arbeit, deren Gefahr durch die beim Zertrennen der Lumpen oft vorkommenden Schnittwunden noch erhöht wird. Durch die letzteren werden häufig Infektionsstoffe übertragen, und hierdurch verursachte Todesfälle gehören nicht zu den Seltenheiten. In besser eingerichteten Fabriken geschieht das Sortieren auf Tischen, deren Platte ein Drahtgewebe bildet; unter diesem befinden sich Tischkästen oder Absaugevorrichtungen (vergl. Abschn. V, S. 404). Ohne diese letzteren Einrichtungen verfehlen die Drahttische ihren Zweck, weil der unter dem Tisch herumliegende Staub sonst leicht wieder in den Arbeitsraum hineingerissen werden kann. Neuerdings werden die Lumpen auf Klopfwölfen und den besser ausgebildeten Haderndreschern von dem grösseren Teil ihres Staubgehaltes befreit, bevor sie sortiert werden. Auf Seite 405 findet sich die Beschreibung einer solchen, sehr zweckmässigen Maschine; eine ganz ähnliche Konstruktion wird von der Maschinenfabrik von Banning & Setz in Düren gebaut. Diese mechanische Reinigung vor dem Sortieren ist in kleinen Sortieranstalten leider kaum durchführbar, dagegen sollten die praktischen Drahttische überall eingeführt werden.

Wird auf diese Weise auch der Staub aus den Lumpen entfernt, so bleibt die Ansteckungsgefahr doch bestehen. Durch Waschen allein, wie es in vielen Fabriken schon geübt wird, lässt sich der Krankheitsstoff nicht beseitigen, eine wirksame Desinfektion kann nur durch heissen Wasser-

dampf oder im Trockenofen bei sehr hoher Temperatur erreicht werden. Eine solche Behandlungsweise obligatorisch zu machen, hat man bisher wegen der damit verbundenen nicht unbedeutenden Kosten Abstand genommen. Durch Darbietung reichlicher Waschgelegenheit und von den Arbeitsräumen abgetrennter Umkleideräume wird die Erkrankungsgefahr schon wesentlich verringert werden.

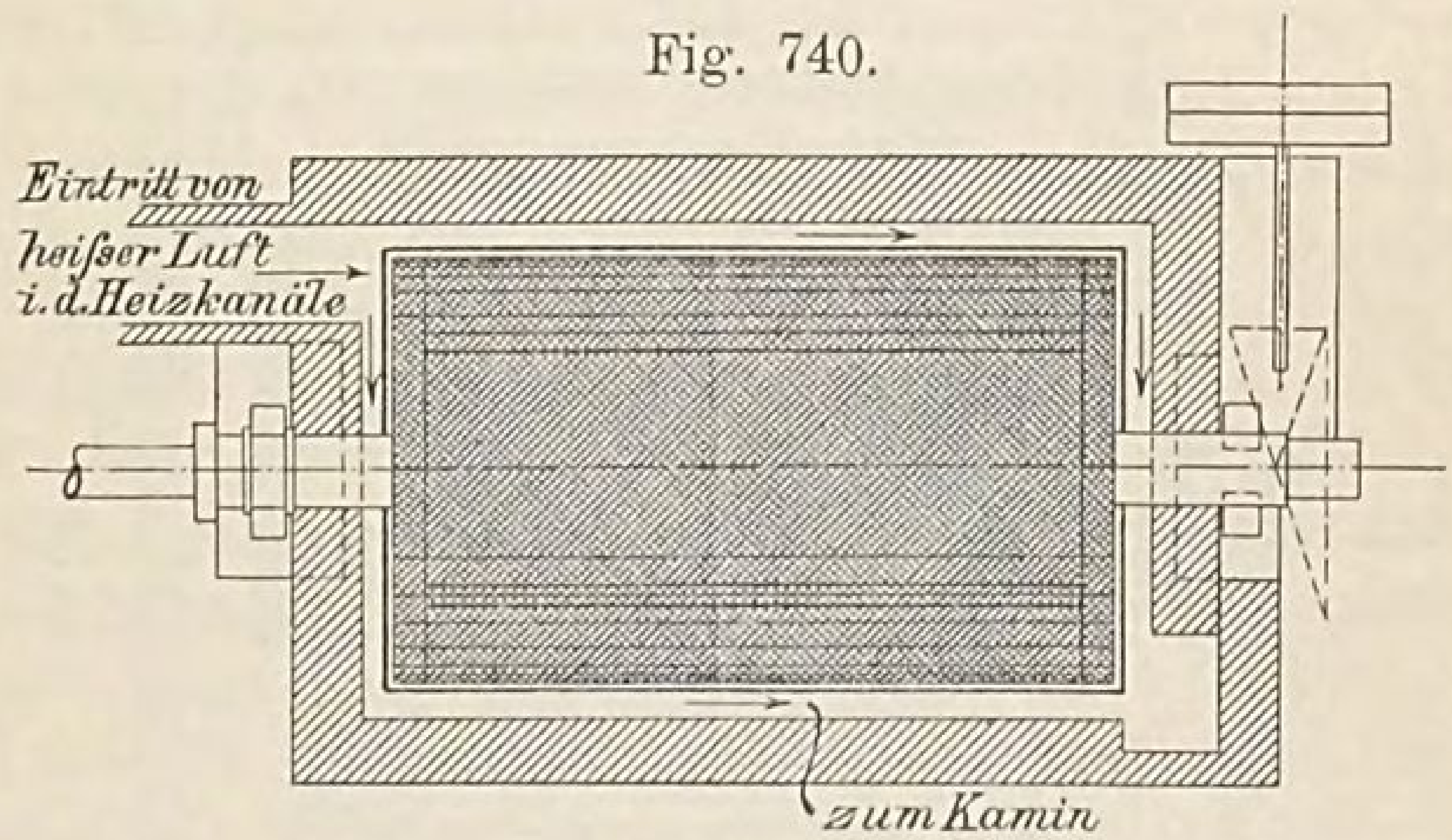
Die sortierten Lumpen werden in den Karbonisieröfen mit Schwefelsäure oder Salzsäure behandelt, um alle beim Sortieren etwa übersehenen nicht wollenen Stoffe zu vernichten. Bei den älteren Systemen der Karbonisieröfen drangen oft Säuredämpfe in die Umgebung der Apparate, ferner versengte der im Ofen sich ansammelnde Staub an den glühenden Ofenwänden und verbreitete einen lästigen Geruch, und es machten sich beim Entleeren der Karbonisiertrommeln, in welchen die Lumpen mit flüssiger, anstatt mit vergaster Säure behandelt wurden, schädliche Ausdünstungen und beizender Staub bemerkbar. Alle diese Missstände sind durch neuere Ofenkonstruktionen zum grössten Teil beseitigt; auch die für die Nachbarschaft von Kunstwollfabriken lästigen Salzsäuredämpfe werden neuerdings aufgefangen, durch Kondensation verhindert, ins Freie zu entweichen, und wieder benutzbar gemacht.

Fig. 739.



Ansicht.

Fig. 740.



Grundriss.

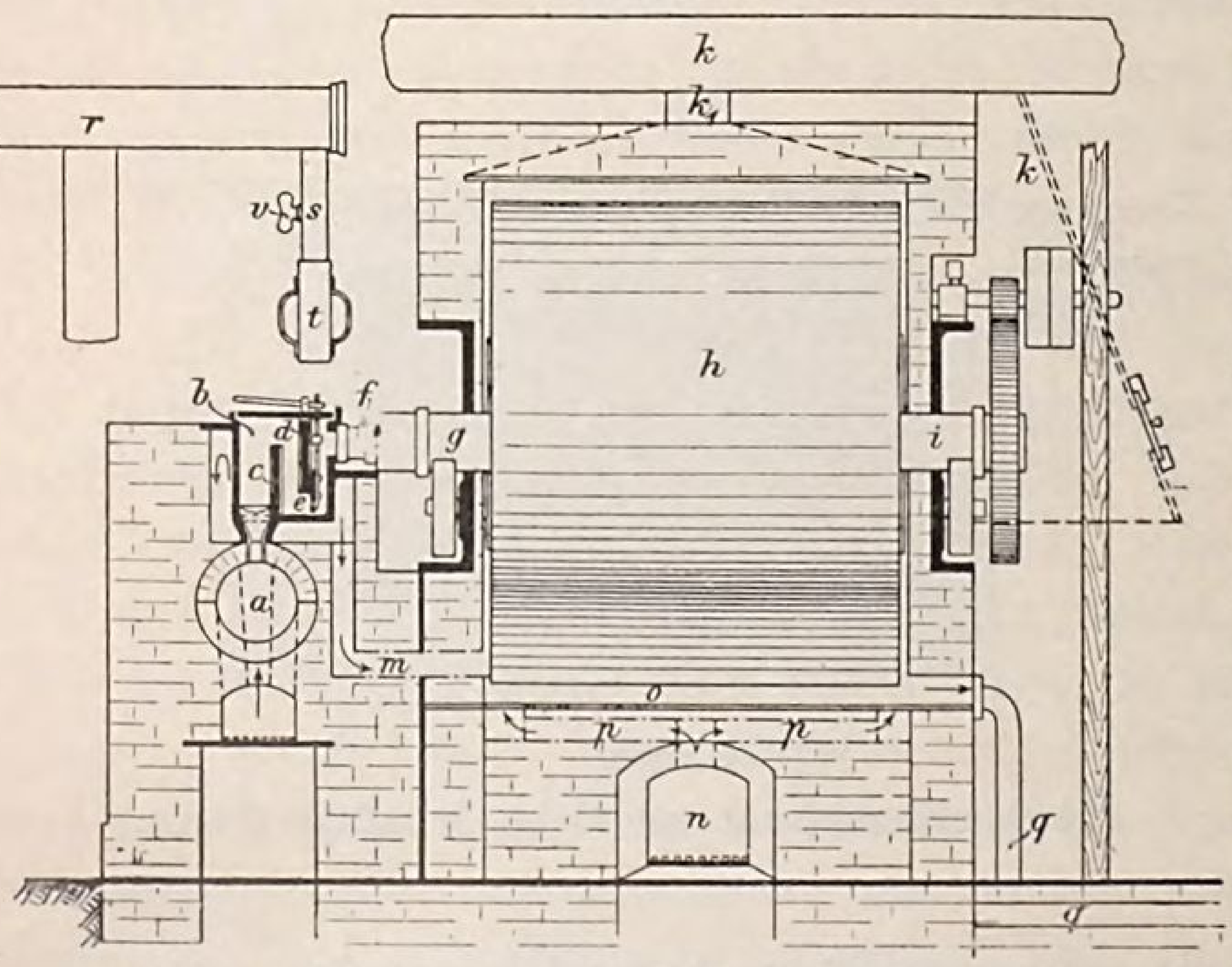
Karbonisierapparat von Gebr. Schüll in Düren.

So hat z. B. die Firma Gebr. Schüll in Düren in ihrer Kunstwollfabrik rotierende Karbonisierapparate mit gelochten Trommelmänteln (Fig. 739 u. 740) in Betrieb, die insbesondere dadurch etwas Neues bieten, dass die Heizkörper nicht wie sonst wohl unter

der Trommel angeordnet sind, sondern sich, gegen Staub geschützt, in den Seitenwänden der Kammern befinden. Die Anordnung hat den Vorzug, dass Entzündungen des Staubes durch die mitunter in Rotglut befindlichen Heizröhren und infolgedessen Explosionen sowie Belästigungen der Nachbarschaft durch den üblen Geruch vermieden werden. Die Trommel, in welcher die Lumpen rotieren, besteht nicht aus einem geschlossenen Eisenblechmantel, sondern aus Drahtsieb s, so dass bei der Rotation der Beizstaub sofort hindurchfallen und sich in der unter der Trommel befindlichen Grube g ansammeln kann. Die Heizung des Ofens erfolgt durch eiserne, in den Seitenwänden angebrachte glattwandige Heizkästen k. Da der Beizstaub alsbald nach seiner Bildung durch die Maschen des Siebmantels hindurchfällt und in der Staubgrube des Ofens eine bedeutend kühlere Temperatur (circa 40°) herrscht, können hier keine Gase mehr entwickelt werden. Der an den glatten Wänden der Heizkörper sich etwa ansetzende Beizstaub wird sich nicht leicht entzünden, da die Heizkörper durch die abgehenden Gase der Retortenfeuerung für die Salzsäuredämpfe erhitzt werden und die Temperatur nicht mehr so hoch ist, um Rotglut der gusseisernen Heizwände zu bewirken.

Bei diesem Verfahren kommen die karbonisierten Lumpen fast ganz staubfrei aus der Karbonisiertrommel heraus und zeigen fast ihre natürliche Farbe; die Arbeiter haben daher beim Herausnehmen nicht mehr unter dem scharfen Staube zu leiden.

Fig. 741.



Karbonisierapparat von Michels & Co. in Neuss.

Bei dem in der Kunstwollfabrik von Michels & Co. in Neuss benutzten Apparat (Patent Bellerstein) mündet die Retorte a (Fig. 741), welche am vorteilhaftesten mit Schwefelsäure und Salz beschickt wird, jedoch auch zur Verdampfung von Salzsäure dienen kann, nicht direkt in die Karbonisiertrommel, sondern es ist zwischen der Retorte und der Trommel ein Überhitzer b eingeschaltet, durch welchen etwa unverdampft mitgerissene Säure verdampft und überhaupt die Säuregase auf einen Hitzegrad gebracht werden, welcher bei den bisherigen Karbonisierapparaten nicht erzielt werden konnte. Hierdurch wird erreicht, dass die Säuregase schneller und kräftiger ihren Zweck erfüllen und die Karbonisation ungefähr zweimal so schnell beendet ist als bei anderen Apparaten. In dem Überhitzer b sind die Wände c und d angebracht, welche die Dämpfe hindern, direkt in die Trommel zu gelangen und Säuretropfen in dieselbe mitzureissen, aber auch die Dämpfe zur besseren Erhitzung in dem Überhitzer längere Zeit zurückhalten, so dass die den letzteren umspielenden Feuergase mehr auf sie einwirken können. An der Wand d ist ein Schieber e angeordnet, durch welchen

die Retorte von der Karbonisiertrommel abgeschlossen werden kann, damit nach beendigtem Karbonisierprozess die sich noch nachträglich bildenden Dämpfe nicht in die Karbonisiertrommel gelangen und den den Apparat entleerenden Arbeiter belästigen. An dem Überhitzer b ist ein Rohr f angebracht, welches durch den hohlen Zapfen g nach der rotierenden Trommel h geführt ist. Die verbrauchten Gase entweichen, nachdem sie das in der Trommel befindliche Material passiert haben, durch den hohlen Zapfen i in den Aspirationskanal k, welcher mit dem Kamin in Verbindung steht. Ein besonderer Ventilator zieht diese Gase kräftig an und drückt sie durch den Kanal k nach dem Kamin, wohin auch die bei dem Entleeren der Trommel aufsteigenden Dämpfe vermittels des Rohres k^1 gelangen, so dass durchaus keine Dämpfe in den Arbeitsraum dringen. Als Feuerungsmaterial wird Koks verwendet. Die Feuerung ist unter der Retorte a angebracht, und die Gase treffen zuerst diese und dann den Überhitzer b. Von diesem aus gelangen dieselben durch den Kanal m unter die Karbonisiertrommel, so dass während des eigentlichen Karbonisierprozesses die Trommel nicht besonders geheizt zu werden braucht, wodurch eine grosse Ersparnis an Heizmaterial erzielt wird, da früher die unter der Retorte verbrauchten Heizgase unbenutzt in den Kamin gingen. Sollen, wie bei der Entladung, die Heizgase nicht unter die Karbonisiertrommel geleitet werden, so werden sie durch einen besonderen Kanal, welcher durch Schieber verschliessbar ist, direkt nach dem Kanal g geführt. Dem Karbonisierprozess geht ein Trockenprozess voraus. Die Gase der Feuerung n gelangen in den die Trommel umgebenden ummauerten Raum o und erhitzen dieselbe gemeinsam mit den von der Retorte kommenden Heizgasen. Die Feuerung n mündet in den geteilten Kanal p, welcher die Flugasche zurückhält und verhindert, dass direktes Feuer die Trommel trifft. Die unter der Karbonisiertrommel h gebrauchten Feuergase werden sodann durch den Kanal q vermittels eines zweiten Ventilators angesaugt und mittels des Windrohrs r durch die Karbonisiertrommel getrieben. Der an dem Windrohr befindliche Stutzen s ist zu diesem Zweck mit einem verschiebbaren Rohr t versehen, welches in den in diesem Falle durch den Schieber e abgesperrten Überhitzer eingeführt wird, so dass die heissen Gase durch f und g nach der Trommel gedrückt werden. Der Überhitzer ist mit einer verschiebbaren Öffnung versehen, welche das Rohr t aufnimmt. In dem Rohr s ist eine Drosselklappe v angebracht, welche während des Trockenprozesses geöffnet wird. Auch die schon durch den Kanal g geführten Heizgase werden also nochmals ausgenutzt, und es wird durch dieses Verfahren der wesentliche Vorteil erreicht, dass die Wasserdämpfe, welche sich während des Trockenprozesses in der Trommel entwickeln, sofort aus dieser entfernt werden und fortwährend trockene, warme Luft in dieselbe gelangt, so dass die Trocknung ungemein abgekürzt wird. Die durch i abgehenden feuchten Dämpfe werden durch den Aspirationskanal nach dem Kamin geführt, wohin auch die Feuergase, welche durch das Windrohr r geführt werden, wenn die Drosselklappe v geschlossen ist, gelangen. Es wird dann ein besonderer, in dem Windrohr angebrachter Schieber geöffnet, welcher den Abzug nach dem Kamin versperrt.

Bei Benutzung dieses Apparates findet ebenfalls keine Belästigung der Arbeiter durch schädliche Dämpfe mehr statt. Die Gase können nicht in den Arbeitsraum entweichen, da die Zuleitung dicht und dauerhaft hergestellt ist. Der Verbrauch an Säure und an Heizmaterial ist bedeutend verringert, die ganze Bedienung dadurch sehr vereinfacht und durch die Absaugung der verbrauchten Dämpfe auch angenehm er-

leichtert. Beim Entleeren der Trommel ist weder der beizende Staub noch irgend welcher unangenehme Geruch wahrzunehmen.

Zu den die Arbeiter gefährdenden Momenten tritt als drittes noch die Staubbelästigung bei der Zerkleinerung der Lumpen in den Reisswölfen hinzu. Diese an sich wegen der grossen Geschwindigkeit ihres Ganges nicht ungefährlichen Maschinen erzeugen eine Menge Staub. Ferner wird eine nicht unerhebliche Feuersgefahr dadurch bedingt, dass zwischen den Lumpen befindliche Steine durch Funkengeben oder die zwischen den Kopfseiten des Tambours und den senkrechten Wänden des Gehäuses sich festsetzende Wolle durch Reibung Entzündung verursacht. Die letztere Entstehungsursache lässt sich durch Anbringung einiger Winkeleisen aufheben, welche, an den Kopfseiten des Tambours befestigt, wie Schabeleisten wirken und dadurch ein Ansammeln und Festklemmen der Wolle an diesen Stellen verhindern.

In neuerer Zeit werden die Wölfe, teils mit Rücksicht auf die Fabrikation, teils aus hygienischen Gründen mit grossen Sammelkammern aus Blech oder Holz verbunden, in welche das zerkleinerte Material vom Wolf hineingeschleudert wird; hierdurch wird die Verbreitung des Faserstaubes im Arbeitsraum selbst verringert. An der Decke dieser Sammelkammer befindet sich eine mit Drahtgeflecht überspannte Öffnung, aus welcher die mitgerissene Luft, nicht aber die Wollteilchen entweichen können. Zur Verhütung der Entstehung von Feuer in den Reisswölfen, welches sich schon innerhalb des Wolfs oder in der Kammer entwickelt haben kann, ehe es von aussen wahrgenommen wird, sind folgende Vorrichtungen mit Erfolg angewandt:

An den nicht abgeschlossenen Stellen der Sammelkammern werden selbstthätige Schieber oder Klappen angebracht, die durch leicht verbrennbare Schnüre geöffnet gehalten werden, oder man befestigt über dem Drahtgeflecht eine Grinnell'sche Brause (vergl. Abschn. III, S. 298), deren Verschlussteile mit einem Metall von niedrigem Schmelzpunkt verlötet sind. Sobald nun Feuer in der zweckmässig aus mit Eisenblech beschlagenen Brettern hergestellten Kammer ausbricht, verbrennen die Fäden der Schieber und Klappen, die letzteren schliessen alle Öffnungen selbstthätig, und das Feuer erstickt, oder das Lötmaterial der Brause schmilzt, und das Wasser strömt von oben in die Kammer und verlöscht die Flamme.

Die auf dem Wolf hergestellte Mungowolle wird in der Regel sofort zum Versand fertig gemacht, während die Shoddywolle vielfach noch auf Vorkrempeln verarbeitet oder mit Wolle vermischt und zu grobem Garn versponnen wird.

Zum Schluss dieses Kapitels sei noch auf eine den Spinnereien eigentümliche Gefahr hingewiesen, die Selbstentzündbarkeit der Spinnereiabfälle. Bei der Aufbewahrung von gefetteten Wollabfällen in geschlossenen Behältern, zumal wenn dieselben in der Nähe einer

Wärmequelle oder auch nur in sehr warmen Räumen aufgestellt sind, entzünden sich dieselben häufig bei Luftzutritt. Ähnlich verhält es sich mit den Baumwollabfällen; während diese mit heller Flamme brennen, bilden die Wollabfälle meist nur eine schwälende und kohlende Masse. Die Ursache dieser Selbstentzündung ist einstweilen noch unaufgeklärt. Vermeiden lässt sie sich dadurch, dass man einerseits die Abfälle täglich aus den Arbeitsräumen entfernt und in einem isoliert gelegenen feuerfesten Bau unterbringt, andererseits die täglichen Abfälle nicht in dicht schliessenden Kästen, sondern in offenen Körben aufbewahrt, durch deren Geflecht die Luft hindurchstreichen kann. Die Hauptgefahr besteht jedenfalls in dem Moment des plötzlichen Luftzutrittes zu der dicht und fest abgeschlossenen Abfallmasse.

Weberei. Man unterscheidet zwei Hauptarten der Weberei: die Handweberei und die Maschinenweberei. Letztere hat bereits die allgemeinste Verbreitung gefunden und dürfte die wenigen Handwebstühle, welche bis jetzt noch für einzelne Waaren den Maschinenstühlen vorgezogen werden und deren Benutzung zum Teil durch die wirtschaftlichen Verhältnisse gewisser Gegenden (Oberschlesien, Erzgebirge, Niederrhein) bedingt ist, mit der Zeit ganz verdrängen.

Bei der Handweberei sind vor allem die sitzende Lebensweise, die lange Arbeitsdauer, unzureichende Ernährung und ungesunde Aufenthaltsräume diejenigen Faktoren, welche besonders nachteilig auf die Gesundheit der Weber einwirken.

In der Maschinenweberei arbeiten die Weber in der Regel stehend, oder sie befinden sich, falls sie gleichzeitig mehrere Webstühle zu bedienen haben, ständig in mässiger Bewegung, was dem Körper jedenfalls zuträglicher ist als das dauernde Sitzen. Als ein häufiger Missstand bei der Maschinenweberei macht sich die Überfüllung der Websäle bei ungenügender Ventilation fühlbar. Bei dem in jeder Weberei durch das Anstreifen des Schusses (Einschlagfadens) an den Kettenfäden erzeugten feinen Staube sollte stets auf ausreichende Lüftung Bedacht genommen werden. Dieser Staub wirkt um so nachteiliger, als bei gewissen Webwaaren, z. B. bei Baumwollstoffen zur Schlichte gesundheitsschädliche Materialien verwendet, bezw. Seidenstoffe mit Blei oder anderen giftigen Metallsalzen erschwert werden. Unzweckmässige Beleuchtung der Webereien und die dauernde Einwirkung von ganz hellen oder weissen Geweben erzeugen Augenleiden verschiedener Art.

Ferner sind hier die zahlreichen Bruchschäden zu erwähnen, zu welchen die Weber infolge ihrer stehenden Beschäftigung besonders disponiert zu sein scheinen und welche häufig entstehen, wenn dieselben

die schweren Kettenbäume von Hand zu tragen genötigt sind. Am meisten kommt dieser Missstand in älteren Tuchfabriken und Webereien halbwollener Waaren vor, wo die Webstühle oft so eng stehen, dass der einige Zentner schwere Kettenbaum über die Köpfe der Arbeiter hinweggehoben werden muss, um ihn in seinen Stuhl einlegen zu können. Es sollten daher stets mechanische Vorrichtungen (Wagen, Aufzüge etc.) zum Transport der Kettenbäume benutzt werden; auch das Einlegen selbst lässt sich durch kleine Flaschenzüge, für deren Aufhängung an jedem Webstuhl eine geeignete Vorrichtung anzubringen ist, ganz erheblich erleichtern.

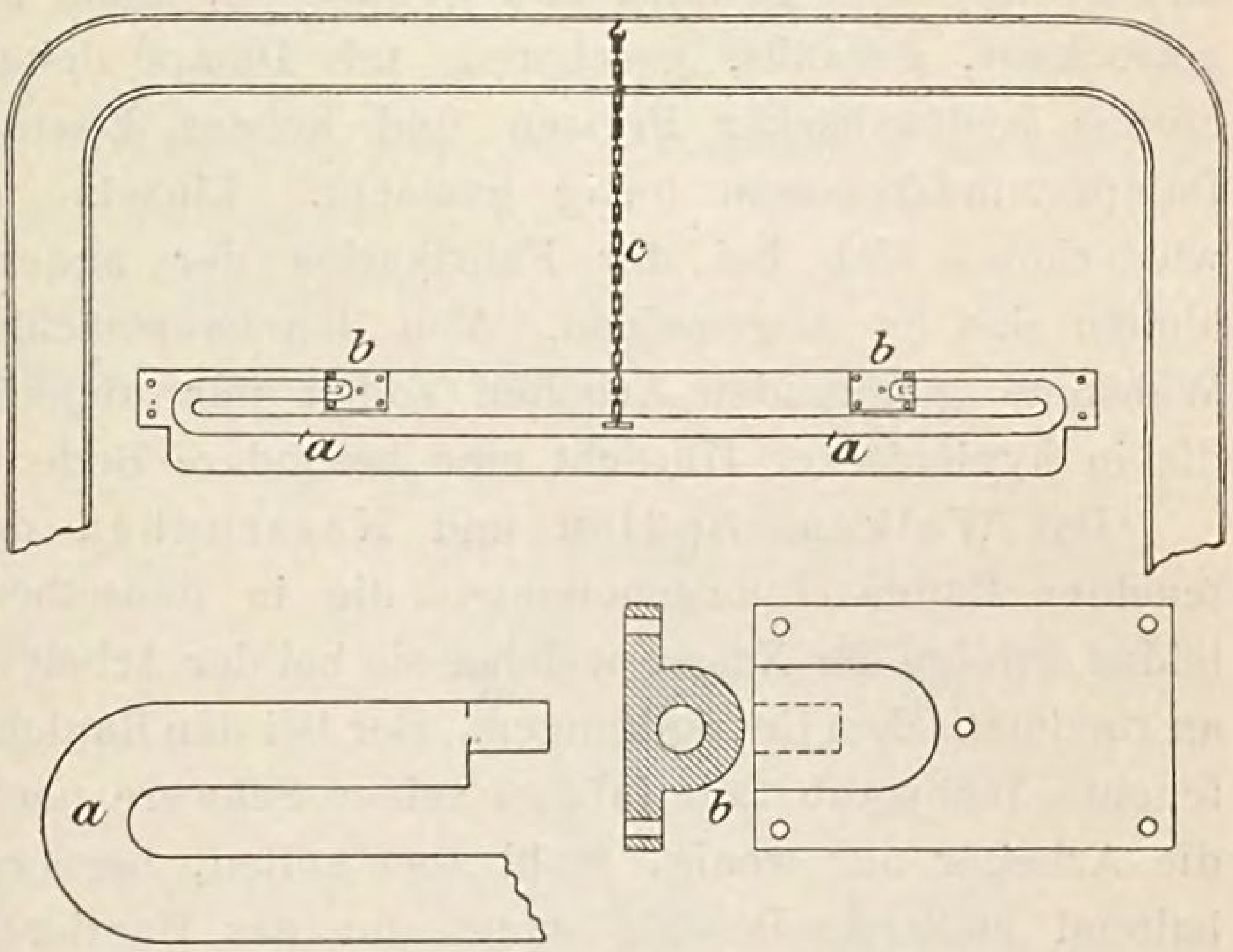
Die Hauptgefahr für die Gesundheit der Arbeiter in Webereien, sobald die Stühle über 50 Touren in der Minute machen, bedingt das Herausfliegen der Webschützen, wobei auffallender Weise viele und schwere Augenverletzungen vorkommen, ja nicht selten ein völliger Verlust der Sehkraft eintritt. Zur Verhütung dieses Übelstandes sind die mannichfachsten Versuche mit Schützenfängern, welche das Herausfliegen verhindern sollen, gemacht worden. Einige verhältnismässig brauchbare Systeme derselben sind in meinem Bericht über die Textilindustrie auf der Unfallverhütungs-Ausstellung, Berlin 1889 (Seite 247 bis 270) angegeben, die meisten derselben haben jedoch den Nachteil, dass sie sich nicht bei allen Webstühlen anwenden lassen, dass der Anschaffungspreis und die Unterhaltungskosten zu hoch, die Apparate vielfach zu kompliziert und dass sie den Webern mehr oder weniger hinderlich bei der Arbeit sind. Auf Grund meiner mit vielen Systemen von Schützenfängern gemachten Erfahrungen habe ich folgenden Schützenfänger konstruiert, dessen Vorzüge mir in der Einfachheit, der dauerhaften Bauart (Fehlen jeden beweglichen Teils ausser der Fangschiene selbst), in der Vermeidung von Federn, Hebeln, Gelenken u. s. w., und vor allem in der grossen Sicherheit des Funktionierens und den geringen Herstellungskosten zu bestehen scheinen. Derselbe lässt sich bei den feinsten und gröbsten Geweben, sowie bei jeder Konstruktion der Webstühle ohne Veränderung seiner Grundform verwenden.

Der Schützenfänger (Fig. 742—745) besteht aus der an den Enden umgebogenen und mit Drehzapfen versehenen Schiene a von Flach- oder Halbrundeisen. Die beiden Zapfen bewegen sich in zwei Rotgussbacken, die besonders gut und fest an dem Ladendeckel zu befestigen sind, damit die Teile beim Betriebe des Stuhles nicht locker werden. In der Mitte der Schiene befindet sich ein kleiner Schlitz zur Anbringung der Kette c, mittels welcher die Schiene beim Arbeiten so eingestellt werden kann, dass der über die ganze Breite des Webstuhles reichende Schützenfänger das Ladenfach tief genug überdeckt, ohne dem Gewebe selbst dabei zu nahe zu kommen und die Kettenfäden zu beschädigen. Die Lagerbacken b b sind möglichst nach der Mitte des Stuhles zu verlegt worden, damit dieselben beim Einsetzen der Schützen, zumal bei Stühlen mit Wechselkästen, nicht hinderlich sind, damit ferner

das Übergewicht der Schiene nach vorn vergrössert wird und dieselbe sicherer beim Anlassen des Stuhles von selbst herunterklappt. Dadurch, dass die gebogenen Enden der Schiene eine doppelte Stange bilden, ist dem Weber das Aufbiegen derselben sehr erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht. Beim Stillstande des Stuhles, wenn Fäden zu knüpfen sind oder dergl., wird die Schiene aufgeklappt und gegen den Ladendeckel angelegt; beim Ingangsetzen des Stuhles tritt der Schützenfänger wieder selbstthätig in Wirksamkeit. An Stelle der Flacheisenschiene kann man bei besonders kleinen Webstühlen für sehr feine Waare dünnes Rundeisen oder Stahldraht verwenden; bei den grossen Stühlen für grobe Gewebe (z. B. Jute) mit sehr tiefem Ladenfach lässt sich noch eine zweite Eisenstange parallel der Fangschiene innerhalb der beiden gebogenen Enden anbringen.

Bleivergiftungen an Jacquardwebstühlen, zumal bei der Seidenfabrikation infolge Stauberzeugung von metallischem Blei kamen früher ziemlich häufig vor und sollen deshalb an dieser Stelle nicht unerörtert bleiben.

Fig. 742—745.



Schützenfänger nach Krumbhorn.

Bei den Jacquardwebstühlen sind die Fäden der Ketten, welche zur Bildung der Muster beitragen, in besondere Litzen eingezogen, die man in ihrer Gesamtheit Harnisch nennt. Diese Harnischlitzen sind einzeln freihängend angebracht und an ihrem unteren Ende mit Gewichten beschwert. Die Zahl der letzteren ist ungleich gross und schwankt etwa zwischen 3000—12000, durchschnittlich beträgt sie 5000. Auf einen geringen Flächenraum beschränkt, müssen die Gewichte von langgestreckter Form sein und ein hohes spezifisches Gewicht besitzen. Man wählt deshalb mit Vorliebe Bleigewichte. Das Gewicht der Stäbchen beträgt ungefähr 10 Gramm, die Länge 20 cm. Beim Weben wird eine bestimmte Anzahl der Kettenfäden und damit auch der Bleistäbchen gehoben und hierauf wieder fallen gelassen. Es findet infolge dessen ein stetes Auf- und Niedersteigen und somit eine Reibung der dicht nebeneinander hängenden Stäbchen statt. Solange dieselben glatt sind, ist die Abnutzung gering, ist aber einmal eines der Stäbchen rauh geworden, so geht die Abnutzung und damit auch die Bleistaubentwickelung rascher vor sich; es bildet sich Bleistaub in solchen Mengen, dass er einen breiten, grauen, quer unter dem ganzen Webstuhl verlaufenden Streifen bildet.

Zur Vermeidung der Vergiftungsgefahr beseitige man einfach die Bleigewichte und ersetze sie durch solche aus unschädlichem Material.

Man hat auch die Gefahr dadurch zu verhüten gesucht, dass man die Stäbchen mit einer Schicht von Lack überzog, aber die Zeitdauer, während welcher ein solcher Überzug schützt, wird erfahrungsgemäss auf nur $^1/_4$ bis 1 Jahr angegeben. Um auf diese Weise einen hinreichenden Schutz zu erreichen, müsste der Lacküberzug von Zeit zu Zeit erneuert werden. Am häufigsten dient Eisen als Ersatz, und zwar entweder in Form von gegossenen Stäbchen oder als Draht mit einem gestanzten Öhr. Bei dem heutigen niedrigen Preise des Eisens ist die Verwendung dieses Metalles in den Jacquardwebereien schon allgemein geworden und somit in ausreichender Weise Abhilfe gegen die Bleivergiftungen geschaffen.

Appretur. Die wollenen Gewebe werden bei der Appretur in verschiedener Weise behandelt. Zuerst werden die Stücke mit Walkerde und Schmierseife gewalkt und gewaschen, dann auf der Rahmmaschine getrocknet, gerauht, geschoren, mit Dampf dekantiert und schliesslich mittels hydraulischer Pressen und heisser Eisenplatten oder auf den Dampfzylinderpressen fertig gemacht. Einzelne dieser Manipulationen wiederholen sich bei der Fabrikation der anderen Gewebearten und ähneln sich im allgemeinen. Von den hauptsächlich zur Appretur der Webstoffe gehörenden Arbeiten sollen nur diejenigen erörtert werden, die in hygienischer Hinsicht eine besondere Bedeutung haben.

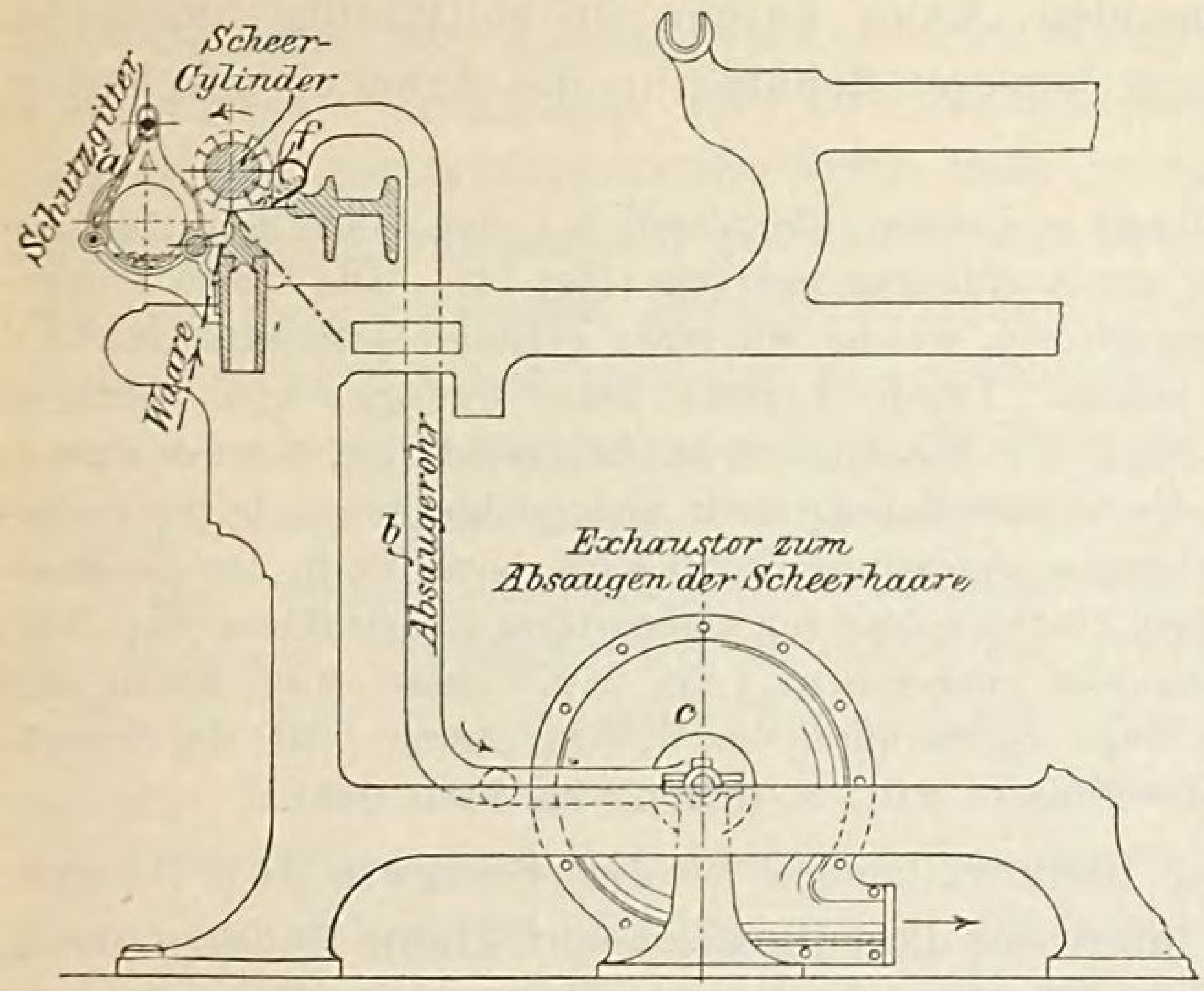
Das Walken, Spülen und Nassrauhen der Wollstoffe wird in feuchten Räumen vorgenommen; die in denselben beschäftigten Leute leiden infolge der Nässe, welcher sie bei der Arbeit ausgesetzt sind, häufig an rheumatischen Erkrankungen. Der bei den Rauhmaschinen sich bildende feuchte Wollstaub fällt infolge seiner Schwere nach unten und belästigt die Arbeiter nur wenig, wohl aber sollen, hervorgerufen durch die anhaltend stehende Beschäftigung und das Hantieren mit den schweren, nassen Stücken, sich bei den Rauhern und Walkern stark entwickelte Krampfadern zeigen.

Das Scheeren der Tuche geschieht jetzt überall auf Scheermaschinen verschiedener Bauart. Neben den häufigen Fingerverletzungen an den Scheerwalzen, macht sich in den Scheerereien ein für die Arbeiter lästiger Staub (Scheerflocken) bemerkbar. Durch eine energische Ventilation des ganzen Arbeitsraumes würden die leichten Scheerhaare nur um so mehr in der Luft verbreitet werden und dadurch noch nachteiliger wirken; man hat deshalb den Versuch gemacht, die Scheerflocken direkt von der Maschine selbstthätig zu entfernen.

Bei der von der Firma Rudolf & Kühne in Berlin ausgeführten Konstruktion (Fig. 746) befindet sich neben dem Scheerflocken-Sammelbrett eine Blechmulde f, welche mit einem Absaugerohr b verbunden ist. Das Absaugen der Haare und Flocken, sowie

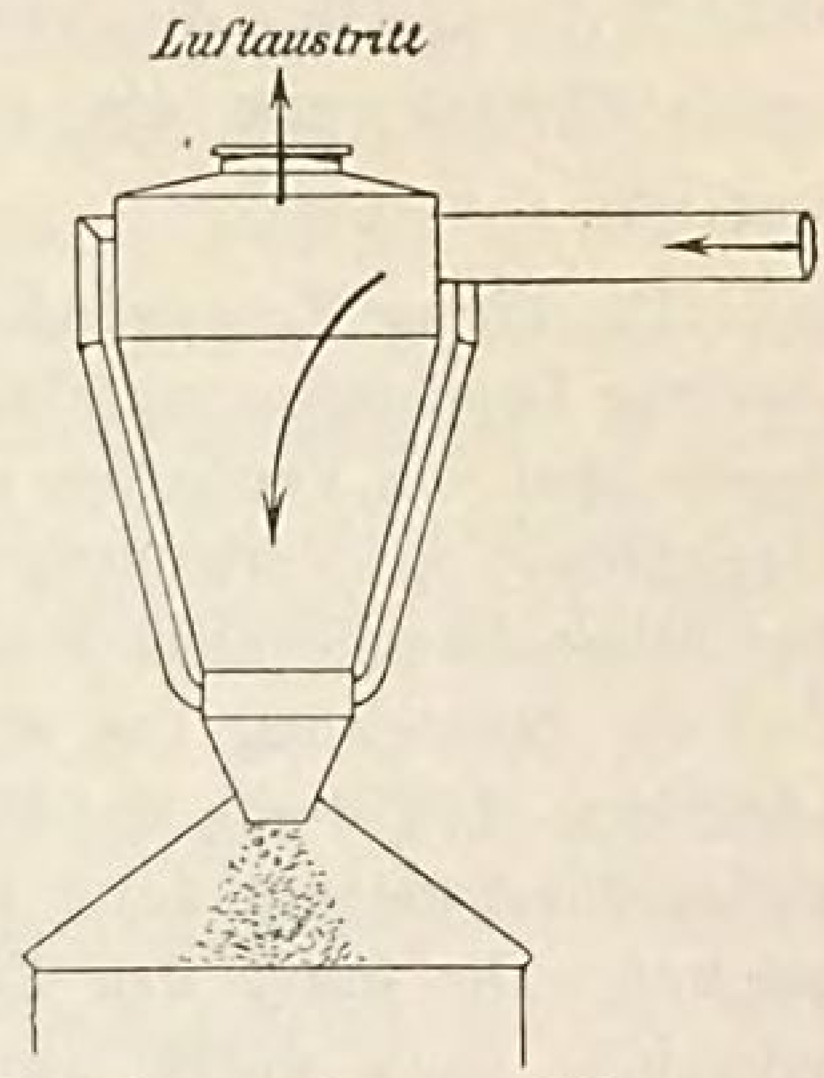
das Fortblasen in einen geeigneten Sammelraum besorgt der seitlich angeordnete Exhaustor c. Wird auch durch diese Vorrichtung die Staubbelästigung ganz wesentlich verringert, so scheint doch der Hauptzweck der Erbauer darin bestanden zu haben, zu verhüten, dass die Scheerflocken mit der Hand fortgenommen werden, weil dabei

Fig. 746.



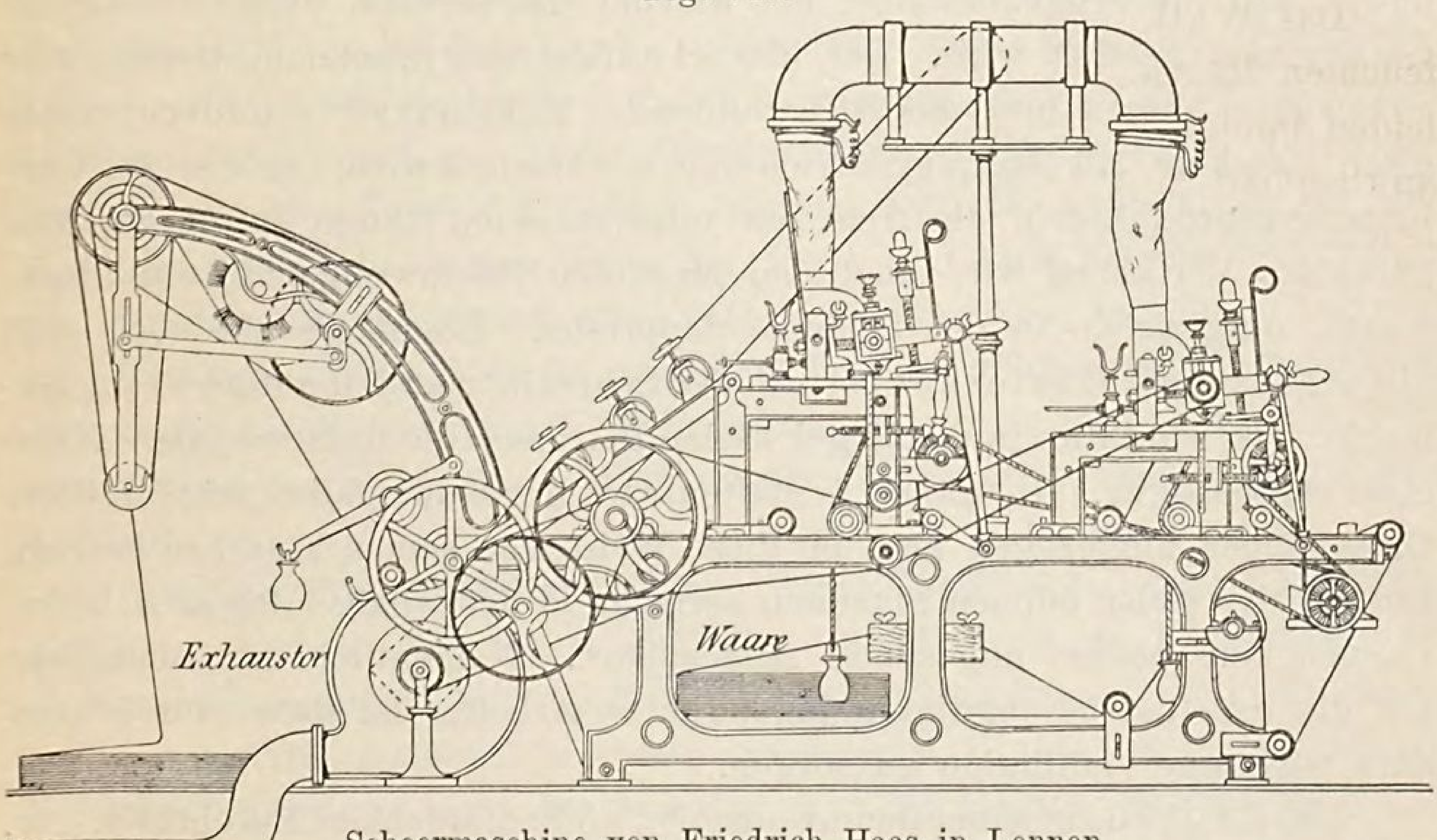
Scheermaschine von Rudolf & Kühne in Berlin.

Fig. 748.



Staubsammler an Scheermaschinen.

Fig. 747.



Scheermaschine von Friedrich Haas in Lennep.

sehr häufig Fingerverletzungen vorkommen. Um diese Gefahr noch vollständiger zu beseitigen, ist ein Drahtgitter a vor dem Scheermesser angebracht, das sich ausserdem leicht so einrichten lässt, dass es nur bei völligem Stillstande der Maschine bezw.

des Scheermessers entfernt werden kann und dass umgekehrt das Anlassen der Maschine nur möglich ist, wenn das Gitter sich wieder in seiner richtigen Schutzlage befindet.

Sofern es die Fabrikation nicht unbedingt erfordert, dass das Scheermesser zur Beobachtung frei bleibt, um dadurch Scheerfehler in der Waare möglichst zu vermeiden, kann durch ein vollständig umschlossenes Scheerwerk ein noch besserer Schutz für die Arbeiter geschaffen werden.

Die Firma Friedrich Haas in Lennep (Rheinland) hat eine solche Konstruktion an einer Doppelscheermaschine zur Ausführung gebracht (Fig. 747). Die beiden Scheermesser sind von Verdecken umschlossen, welche mit einer gemeinschaftlichen Absaugevorrichtung in Verbindung stehen. Damit letztere beim Umlegen und Reinigen der Schneidezeuge beim Stillstand der Maschine nicht hinderlich ist, ist der untere Teil der Saugleitung aus elastischem Stoff hergestellt und infolge dessen leichter verschiebbar. Der durch den Exhaustor abgesaugte Staub wird, bevor er in den Sammelkasten selbst gelangt, durch einen Staubsammler von eigenartiger Konstruktion (Fig. 748) geleitet. Die durch den Exhaustor mitgerissene Luft tritt zuerst nach unten und entweicht dann durch zwei enge Seitenröhren nach dem oberen Teil des Staubsammlers, von wo sie durch die grössere mittlere Öffnung ins Freie geht.

Bei der Appretur der Baumwollzeuge ist das Sengen der Baumwolle von hygienischem Interesse; dasselbe bezweckt, kleine Unebenheiten, wie Knötchen und Fasern, durch Verbrennen zu entfernen. Zu diesem Behuf zieht man den Stoff entweder über glühende Metallplatten oder man benutzt dazu die Sengemaschine, bei welcher das Gewebe über viele kleine Gasflammen geleitet wird. Der hierbei auftretende brenzliche Geruch der versengten Fasern und das sich bildende Kohlenoxyd erfordern, dass diese Maschine mit Absaugevorrichtungen versehen wird, welche die Verbrennungsprodukte in die freie Luft oder in einen Kamin entführen. Ein ähnliches Verfahren wird auch bei einzelnen Baumwollgarnsorten angewandt, desgleichen in der Seidenstoffappretur. Besonders sei noch auf die sogenannten Gasieranstalten der Seidenfabrikation aufmerksam gemacht. Es sind dies in der Regel kleine Betriebe, die meistens junge Mädchen beschäftigen. In diesen Anstalten wird der Seidenfaden schnell über Glasflammen hingezogen und auf diese Weise von seinen Flüschen befreit. Infolge der vielen offenen Flammen herrscht in den wenig luftigen Arbeitsräumen eine höchst ungesunde Atmosphäre. Namentlich mit Rücksicht auf die daselbst beschäftigten jugendlichen Arbeiter ist daher für besonders wirksame Ventilation zu sorgen.

Das Rauhen einzelner Baumwollstoffe, wie Schlafdecken, Barchent u. s. w. erzeugt Staub in ausserordentlich grossen Mengen und wirkt daher in sanitärer Beziehung sehr nachteilig. Auch die Feuersgefahr ist hier bei dem leicht entzündlichen trockenen Staube, der alle Gegenstände, Decken und Wände mit einer dicken Schicht überzieht, eine erheblich grössere

als in den anderen Betriebsabteilungen der Baumwollfabriken. Hier und da ist der Versuch gemacht, die Rauhmaschinen zu ummanteln und den Staub abzuführen. Solche Absaugungseinrichtungen lassen sich in ähnlicher Weise einrichten, wie oben bei der Besprechung der Ventilation der Kardcrieen beschrieben ist. Auch sollte streng darauf gehalten werden, dass die Rauharbeiten nur in besonderen Räumen vorgenommen werden. Vollständig wird sich die Staubentwickelung durch die angedeuteten Ventilationseinrichtungen nicht beseitigen lassen, es wird so aber wenigstens ein Zustand geschaffen, der den Aufenthalt in den Arbeitsräumen einigermaassen erträglich macht. Zur Verhütung einer Entzündung des Staubes sind die Beleuchtungskörper und die Decke über denselben regelmässig vor dem Anzünden der Flammen zu reinigen, wobei offenes Licht am besten vermieden wird.

Die weitere Behandlung der Baumwollstoffe, das Entschlichten, Beuchen und Bleichen wird im folgenden Abschnitt besonders behandelt werden. Bei der Appretur der Sammt- und Seidenstoffe ist auf die enorme Hitze hinweisen, die in den Arbeitsräumen herrscht, weil die daselbst aufgestellten Kalander- und Gaufrierwalzen mit Gasflammen oder Kesseldampf geheizt werden. Eine gut wirkende Ventilation ist daher für diese Betriebe aufs dringendste zu verlangen.

Färberei, Bleicherei, Druckerei. Die Gefahr für die Gesundheit der Arbeiter in den Färbereien liegt zum Teil in den Farbstoffen selbst, mit denen sie vielfach beim Abwägen, Färben, Trocknen u. s. w. in Berührung kommen. Diese Stoffe können, staubförmig in der Atmosphäre verteilt, sich auf der Haut ablagern oder sie gelangen in die Verdauungsorgane, besonders wenn die Leute die üble Gewohnheit haben, im Arbeitsraum selbst und ohne vorheriges Waschen der Hände Nahrung zu sich zu nehmen. Ferner machen sich in den Färbereien Übersättigung der Luft mit Wasserdampf, Beimischungen von unatembaren und übelrichenden Gasen, sehr hohe Temperaturen als die Gesundheit schädigend geltend.

Häufige Unglücksfälle werden durch Überkochen der Farbflüssigkeiten verursacht, besonders bei der Stückfärberei an Farbkesseln mit direkter Feuerung. Wenn die Feuerlöcher der Farbkessel sich nicht ausserhalb des Arbeitsraumes in einem besonderen Feuerungsraume befinden, kommen Verbrühungen der Arbeiter namentlich beim Schüren des Feuers vor; noch grösser ist die Verbrühungsgefahr für diejenigen, welche den auf dem Farbkessel aufgestellten Haspel zum Drehen des Tuches bedienen oder mit Stangen die Gewebe umrühren. Häufig bilden sich bei der Stückfärberei Blasen in den Falten des Stoffes, welche ganz

unerwartet platzen und die Farbbrühe überfliessen machen. Zur Verhütung dieser Unfälle empfiehlt es sich, an der Stelle, wo der Arbeiter zu thun hat, auf dem Rande des Farbkessels eine der Form des Kessels angepasste 1 m lange und etwa 25 cm hohe Holzwand aufzusetzen. Diese Vorrichtung muss möglichst leicht sein, damit sie ohne Mühe von einem Farbkessel zum anderen getragen werden kann.

Verbrühungen der Füsse kommen namentlich in Seidenfärbereien beim unvorsichtigen Ablassen der Brühe oder beim unbeabsichtigten Öffnen der primitiven Verschlussstöpsel vor. Wenn sich am Boden dieser Gefässe keine Ablassventile befinden, so sollte der seitlich angebrachte Verschlussstöpsel stets durch einen Bügel gegen zufälliges Herausgestossenwerden geschützt sein; beim Ablassen aus diesen Öffnungen setze man ferner einen kleinen aus drei Brettchen bestehenden Holzkasten davor, um das Herumspritzen der heissen Brühe möglichst zu verhindern.

Die Gefahr der direkten Vergiftung ist, vorausgesetzt dass nicht offene Wunden mit den giftigen Stoffen in Berührung kommen, keine sehr erhebliche, weil die Giftfarben meist in verdünnten, wässerigen Lösungen zur Verwendung kommen. Dringend notwendig ist es, dass besonders giftige Farben und Beizen sorgfältig aufbewahrt oder verschlossen gehalten werden, damit nicht Unbefugte Unheil mit den Giftstoffen anrichten können.

Als grösstes und allgemein verbreitetes Übel in den Färbereien ist der als Nebel oder Schwaden (Wrasen) auftretende Wasserdampf zu bezeichnen. Die Belästigung durch denselben macht sich besonders während der kalten Jahreszeit bemerkbar; alsdann nützen die im Dache angebrachten Abzugsöffnungen (Laternen) nicht nur nichts, sondern sie schaden vielmehr dadurch, dass kalte Luft durch dieselben eintritt und die Kondensation des in den Räumen befindlichen Wasserdampfes befördert. Der Schwaden nimmt eine Dichtigkeit und Undurchsichtigkeit an, dass selbst Gasflammen kaum zu erkennen sind. Infolge dessen kommen viele Unfälle durch Ausgleiten oder Verbrühen vor, letzteres besonders in Seidenfärbereien, wo vielfach kleine Mengen von Farbbrühen verwendet und zuweilen in den Arbeitsräumen hin- und hergetragen werden. Die verschiedensten Versuche, diesen Schwaden einfach abzusaugen oder in den Kamin zu leiten, haben keinen Erfolg gehabt. Das einzige Mittel, sich gegen das Übel zu schützen, besteht in der Zuführung heisser und trockner Luft, welche den Wasserdampf zum Teil absorbiert oder in durchsichtiger Dampfform erhält, sowie in dem möglichsten Abschluss der von aussen eindringenden kalten Luft. Diese Zuführung von heisser Luft kann eine lokalisierte oder eine allgemeine sein.

Im ersteren Falle schliesst man die einzelnen Farbkessel mit Verschlägen dicht ab,

bis der Färbprozess beendet ist, oder man bringt trichterartige Wrasenfänger über jedem Farbbottich an. Diese Wrasenfänger besitzen nach aussen führende Abzugsröhren, in welche zur Belebung der Zirkulation heisse, trockene Luft eingeleitet wird. Eine derartige Ventilationsanlage ist sehr kostspielig und lässt sich bei Seidenfärbereien, in denen kleine Farbbarken bald hier bald dort benutzt werden, oder bei Farbkesseln, an denen dauernd gearbeitet wird (Wollenstückfärberei), kaum anwenden.

Bei der anderen Methode wird ein grösserer Exhaustor oder besser noch mehrere kleine in einer Wand der Färberei angebracht, an der gegenüberliegenden Wand befindet sich eine Luftkammer, in welcher von aussen eingeführte Luft stark angewärmt wird. Die angewärmte Luft tritt durch eine grosse Anzahl kleiner Öffnungen, welche tief bis auf den Fussboden herabreichen, in den Arbeitsraum. Auf diese Weise wird die warme Luft beim Ausströmen aus der Kammer auf eine recht grosse Fläche verteilt und kann den ganzen Raum der Färberei durchstreifen, bis sie durch die Exhaustoren in der gegenüberliegenden Wand wieder ins Freie getrieben wird. Die warme Luft wird eine Kondensierung des Wasserdampfes verhüten und denselben mit nach aussen führen. — Bei beiden vorbeschriebenen Methoden ist darauf zu achten, dass alle sonst nach aussen führenden Öffnungen geschlossen werden, damit durch dieselben keine kalte Luft eindringen kann.

Das Bleichen der zu Geweben verwendeten Stoffe, bezw. der Gewebe selbst ist ein wichtiger Nebenzweig der Textilindustrie und vom hygienischen Standpunkte aus in mehrfacher Beziehung beachtenswert. Durch das Entschlichten und Beuchen bezweckt man zunächst, die auf der Faser noch haftende Fett- und Klebesubstanz löslich zu machen, damit sie durch das nachfolgende Waschen entfernt werden kann. Es geschieht dies durch Kochen der Stoffe mit alkalischer Lösung und durch nachfolgendes Auswaschen, wobei viele zersetzungsfähige Produkte in die Abwässer gelangen. Das Beuchen wird in offenen oder in geschlossenen Gefässen unter Druck vorgenommen.

Das Bleichen erfolgt mittels verdünnter Chlorkalklösung in gemauerten oder mit Blei ausgelegten Bassins; bei den darauf folgenden Säurebädern geht erst infolge des sich dabei entwickelnden Chlorgases der eigentliche Bleichprozess vor sich. In sanitärer Beziehung ist darauf zu achten, dass die Bleichbottiche mit gut schliessendem Deckel versehen sind. Ein Abzugsrohr nach dem Schornstein ist mit einem Schieber zu versehen, welcher gegen Ende des Prozesses geöffnet werden muss, damit das überschüssige Gas in den Schornstein und nicht in den Arbeitsraum gelangt. Ein schwacher Chlorgehalt in der Atmosphäre ist trotzdem nicht zu vermeiden, derselbe darf aber niemals so stark werden, dass er zu ernstlichen Belästigungen führt.

Hier sei noch die Thatsache erwähnt, dass die Arbeiter in den Bleichereien bisweilen an einem Augenübel leiden, welches der Blendung der über grosse Schneeflächen Reisenden ähnlich ist und besonders dann eintritt, wenn die Bleicherei den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt ist.

Aus diesem Grunde sollte die Fensterfront der Bleichereien stets nach Norden liegen.

In den Druckereien kann das essigsaure Natron oder Kali, welches häufig beim Drucken mit Anilinfarben verwendet wird, eine besonders nachteilige Wirkung auf die Gesundheit der Arbeiter dadurch ausüben, dass es aus den Fixierungsmitteln durch Verstäuben in die Luft und von da in die Atmungsorgane gelangt. Durch die Benutzung von Methylalkohol und Terpentinöl als Auflösungsmitel für Farben wird ebenfalls die Luft in den Arbeitsräumen verunreinigt. Eine wirksame Ventilation, hohe luftige Räume und Reinlichkeit, zumal beim Verzehren von Nahrungsmitteln, werden diese Übelstände mit Leichtigkeit beseitigen.

Die Abwässer der Textilindustrie. Von den Verfahren zur Reinigung der Abwässer sollen hier nur diejenigen Berücksichtigung finden, die in Deutschland allgemeiner verbreitet sind und sich als brauchbar erwiesen haben.

1. Wollwäschereiabwässer. Zur Reinigung der Abwässer aus den Waschmaschinen (Leviathans) der Wolle giebt es drei Verfahren:

Die Verarbeitung auf Potasche, welche vorzugsweise in Belgien und Frankreich angewendet wird, ist ziemlich umständlich und soll, da sie für die hiesigen Verhältnisse wenig Interessantes bietet, nicht näher erörtert werden.

Die Reinigung durch Abscheidung der Fette. Die Wollwaschwässer enthalten neben den Bestandteilen der zugesetzten Waschmittel noch diejenigen Stoffe, welche beim Waschen gelöst werden, in erster Linie das Wollfett. Zur Zersetzung der Fett- und Kaliseife enthaltenden Laugen sammelt man die Abwässer in Fässern oder anderen Behältern und fügt verdünnte Schwefelsäure hinzu. Die Seifen werden durch die Säuren zersetzt, und die Fette scheiden sich mit Wollfasern vermischt als schwarze Masse auf der Oberfläche aus. Diese Fettsäuremasse wird abgeschöpft und zur Fettgewinnung in Stearinsäurefabriken weiter verarbeitet oder als Wagenschmiere u. s. f. benutzt. Als Säurezusatzmittel beim Zersetzen der Seifenlaugen wird vielfach die beim Karbonisieren der Wolle gebrauchte Schwefelsäure wieder verwendet. Die geklärte Flüssigkeit, welche zuweilen zwar noch Reste freier Säuren enthält, kann ohne grösseres Bedenken in die Flussläufe gelassen werden. Der schmierige, am Boden der Gefässe sich ansammelnde Rückstand findet wegen seines Kaligehaltes als Düngemittel Verwendung.

Das Reinigungsverfahren durch Kalkzusatz. Dieses Verfahren, welches zweckmässiger und vollkommener als das vorbeschriebene ist und daher den Vorzug verdienen dürfte, ist von Schwamborn[1]) wesentlich verbessert. Die Abscheidung der Fette wird hier durch Kalkmilch, welche mit denselben unlösliche Kalkseifen bildet, bewirkt. Um die in dem Wasser enthaltenen Seifen leichter zu zersetzen, wird ein Zusatz von Chlorcalcium beigegeben, welches ebenfalls mit den löslichen Seifen unlösliche Kalkseifen bildet. Die klaren Abflusswässer enthalten nur geringe Mengen organischer Stoffe und freies Alkali.

[1]) Dingler's polyt. Journal B. 216, S. 517.

In grösseren Tuchfabriken mit Wollwäscherei und Färberei werden die Abwässer aus diesen letzteren Betriebsabteilungen gemeinschaftlich mit den Walkwässern gesammelt und ebenfalls durch Kalkzusatz geklärt. Um die in diesen Abwässern enthaltenen vielen festen Bestandteile, wie Wollhaare und Farbholzsplitter, nicht in die eigentlichen Klärbassins gelangen zu lassen, empfiehlt es sich, eine mechanische Vorreinigung anzulegen.

2. Färbereiabwässer. Die Reinigung der Färbereiabwässer würde auf grosse Schwierigkeiten stossen, wenn man verlangen wollte, dass die Abwässer nur vollständig entfärbt in die öffentlichen Wasserläufe eingelassen werden dürften[1]). Manche dieser gelösten Farbstoffe sind durch Filtration, Präzipitation, selbst durch Berieselung nur sehr unvollständig aus dem Wasser zu entfernen und können nur durch allmähliche Oxydation an der Luft langsam zerstört werden. Abgesehen von den giftigen metallischen Substanzen muss die Reinigung der Färbereiabwässer daher als eine genügende angesehen werden, sobald die suspendierten anorganischen und organischen Bestandteile daraus entfernt sind. Weder die Abwässer der Woll- noch der Baumwollfärbereien können durch blosses Sedimentieren genügend gereinigt werden. Die Klärung auf chemischem Wege wird zweckmässig durch Zusatz von Kalkmilch bewirkt, deren Menge von der sauren oder alkalischen Beschaffenheit der Wässer abhängt. Die Zeit, die zur Klärung der Wässer nötig ist, variiert mit der Natur der Farbstoffe. Je mehr Kalk zugesetzt wird, desto rascher findet die Klärung statt. Der schwache Punkt dieser Reinigungsmethode ist die Fortschaffung und Beseitigung der erhaltenen erheblichen Mengen Schlamm. Ein weiterer Übelstand bei dem Kalkpräzipitationsverfahren, der sich aber leichter beseitigen lässt, ist die Anwesenheit eines Überschusses von Kalk in den geklärten Abwässern. Um denselben zu entfernen, setzt man eine gewisse Menge roher eisenhaltiger schwefelsaurer Thonerde zu; es bildet sich Gyps, und gleichzeitig fällt Thonerdehydrat aus. Man hat weiter noch die Reinigung der Abwässer durch Filtration zu erreichen gesucht, und zwar ist zu diesem Zweck Torf und Lohe in Vorschlag gebracht worden. Bei der Filtration durch Torf muss derselbe möglichst fest eingestampft werden, damit eine langsame Filtration stattfindet. Bei der Filtration durch gebrauchte Lohe sind die Wässer etwas schwach gelblich gefärbt, dagegen werden die Farbstoffe vollständig absorbiert. Nach meinen eigenen Erfahrungen dürfte sich Koks sehr gut als Filtrationsmittel, zumal wenn die Hauptreinigung des Schmutz-

[1]) Heinzerling, Die Gefahren und Krankheiten in der chemischen Industrie. Bd. II, S. 225. Halle 1887.

wassers schon vor sich gegangen ist, eignen, und zwar der Steinkohlenkoks zur Filtration im allgemeinen, dagegen der Braunkohlenkoks besonders zum Entfärben der Abwässer.

3. Flachsröstwässer. Die Abwässer der Flachsrösterei können ihrer Zusammensetzung nach unter Umständen, wenn sie in kleine Bäche und Flüsse abgelassen werden, sowohl für die Fischzucht wie für andere Nutzungszwecke ebenso schädlich wirken, wie sonstige faulige Abgangswässer. Zur Reinigung derselben empfiehlt sich bei ihrem hohen Gehalt an Pflanzennährstoffen in erster Linie die Berieselung oder, wenn diese nicht ausführbar ist, die Fällung mit Kalkmilch oder sonstigen Reinigungsmitteln. Die Abgangswässer, welche bei der Kastenröste oder beim Kochen in Lauge entstehen, sind ebenfalls entsprechend zu reinigen, indem man das säurehaltige Röstwasser mit Kalk neutralisiert, die laugenhaltigen Wässer zum Begiessen von Komposthaufen benutzt.

4. Bleichereiwässer. Die bei der Bleicherei mit Chlorkalk entstehenden Abwässer enthalten Chlorcalcium, sind aber noch als saure Wässer zu betrachten, welche direkt weder in fischreiche Bäche abgelassen, noch wegen der zerstörenden Wirkung des Chlors, bezw. der unterchlorigen Säure auf Pflanzen, zur Berieselung verwendet werden dürfen. Ihre Ableitung in grosse Wasserläufe mit starkem Gefäll erscheint dagegen unbedenklich. Was die Reinigung dieser chlorhaltigen Abwässer anlangt, so können die beim Bleichprozess selbst resultierenden Abgänge der Laugen und des Säurebades mit einander vereinigt werden, wodurch sie sich gegenseitig durch Neutralisation unschädlich machen. Genügt die Lauge nicht, so ist die vollständige Neutralisation durch Kalkmilch oder durch Filtration mittels Kalkstein zu bewirken, auch sollen die Abfallwässer erst in thunlichst drainierten Stau- und Klärbassins gesammelt und einige Zeit sich selbst überlassen werden, damit noch etwa vorhandene unterchlorige Säure sich unter Bildung von Chlorcalcium zersetzt und nur das durchfiltrierte Chlorcalcium, bezw. schwefelsaure Calcium zum Abfluss gelangt. Zweckmässig ist es auch, das Wasser entweder vor oder nach der Neutralisation durch eine Koksschicht zu filtrieren.

B. Bekleidung und Reinigung.

Haarschneiderei. Die Haarschneidereien liefern das Material für die Filzfabrikation, insbesondere für die Herstellung der Filzhüte. In erster Linie werden zu diesem Zweck Kaninchen- und Hasenfelle ver-

arbeitet. Der Arbeitsvorgang ist dabei im wesentlichen der folgende:[1]) Nach vorausgegangener mechanischer Reinigung werden die Kaninchenfelle zuerst gerupft. Das Rupfen hat den Zweck, die längeren, überstehenden, das feinere Vliess schützenden Haare zu entfernen. Bei der Verarbeitung von Hasenfellen werden die überstehenden Haare mit der Scheere dem kürzeren, feineren Grundhaar gleich gemacht. Dann wird eine Beize, die aus Scheidewasser und metallischem Quecksilber besteht, dem man zuweilen noch arsenige Säure zusetzt, mittels Bürsten auf das Fell aufgetragen. Die gebeizten Felle werden bei einer Temperatur von 50° C und mehr getrocknet, dann zunächst gekämmt und gereinigt und endlich von dem Vliess getrennt. Die Haare des Vliesses sind zuletzt noch nach der Grösse zu sortieren.

In Bezug auf den Haarstaub ist die am meisten in Betracht kommende von diesen Verrichtungen das Rupfen, bezw. Schneiden der Felle. Die betreffenden Arbeitsräume sind mit dem verletzenden Staub (vergl. Abschn. I, S. 74) buchstäblich angefüllt, die Arbeiter, bezw. Arbeiterinnen, der Fussboden in dicker Lage damit bedeckt. Das Kämmen und Reinigen der Felle pflegt in dicht geschlossenen Maschinen zu geschehen, ebenso das Scheeren, wobei die Felle gegen mit Messern versehene Räder geschoben werden, die das Vliess von der Haut trennen. Eine sorgfältige Staubabsaugung ist dabei um so dringender erforderlich, als der hier entstehende Staub bereits mit den von der Beize herstammenden, höchst gefährlichen metallischen Giften (vergl. Abschn. I, S. 116) vermischt ist. Das Sortieren der Haare geschieht meist ebenfalls auf mechanischem Wege durch Ventilatoren. Diese lösen die ganze zusammenhängende Masse des Vliesses in die einzelnen Haare auf; der Luftstrom führt sie in verschiedene auf einander folgende Kammern, wo die schwersten Haare zuerst, die leichtesten zuletzt niederfallen. Da die betreffenden Räume nur selten von Menschen betreten zu werden brauchen, wirkt der hier vorhandene Staub weniger verhängnisvoll.

Bei der gegenwärtigen Art des Betriebes wird eine Staubfreierhaltung der Rupfräume kaum zu bewerkstelligen sein. Wollte man durch eine allgemeine Ventilation des Arbeitsraumes den Haarstaub entfernen, so müsste ein Luftstrom erzeugt werden, der die Arbeiterinnen einem beständigen Zuge aussetzte. Eine Änderung zum Besseren kann sich nur aus dem Betrieb selbst entwickeln. Wie man jetzt schon Scheermaschinen hat, welche die Trennung des Vliesses von der Haut rasch und mit verhältnismässig wenig Staubentwickelung besorgen, während früher das Vliess mit der Scheere abgeschnitten wurde und verhältnismässig viel mehr Personen damit beschäftigt waren, die auch hierbei vollständig im Staube sassen, so können denkbarer Weise noch weitere maschinelle Einrichtungen ersonnen werden, die das Rupfen besorgen, und darauf

[1]) Vergl. Schriften der Zentralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen No. 6, S. 135. Berlin 1895.

sollte bei der Schädlichkeit dieses Betriebes die Aufmerksamkeit der Techniker gerichtet sein. In zweiter Linie würde auf einen Ersatz der gesundheitsschädlichen Quecksilberbeize durch ein weniger schädliches Mittel zu sinnen sein. Solange diese Forderung nicht erfüllt ist, sollte die Beschäftigung schwächlicher Individuen in den Haarschneidereien verboten werden. Ausserdem muss für gute Ventilation der Arbeitsräume, Isolierung der einzelnen Betriebsabteilungen, grösste Sauberkeit der Arbeitsstellen, ausreichende Waschgelegenheit u. s. w. gesorgt werden.

Hutmachergewerbe. Die auf die vorstehend beschriebene Weise vorbereiteten Haare werden in den Hutfabriken zu Filzhüten weiter verarbeitet. Infolge des dem Rohmaterial anhaftenden giftigen Beizstaubes sind auch hier, namentlich bei den vorbereitenden Manipulationen, die Arbeiter der Gefahr der Quecksilbervergiftung ausgesetzt, in erster Linie bei dem sogenannten Fachen, d. h. derjenigen Operation, durch welche das Haar aufgelockert und von den anhaftenden Staubbestandteilen befreit wird. Das Bestreben wird darauf gerichtet sein müssen, diese Arbeitsverrichtung möglichst staubfrei zu gestalten. Ebenso ist in denjenigen Hutfabriken, in denen die geringeren Hutsorten aus Kunstwolle hergestellt werden, dafür zu sorgen, dass das Reissen der Wolle in gut geschlossenen, mit möglichst vollkommenen Staubabsaugungsvorrichtungen versehenen Reisswölfen erfolgt.

Weniger ins Gewicht fallend sind die sanitären Nachteile, denen die Arbeiter bei den Verrichtungen des Walkens und Formens ausgesetzt sind. Hier sind es hauptsächlich die beständige Hitze und die mit Wasserdämpfen erfüllte Luft, sowie zum Teil auch noch die üblen Nachwirkungen des Beizprozesses, unter denen die Arbeiter zu leiden haben. Dagegen sind dieselben einer sehr erheblichen und gesundheitsschädlichen Staubeinwirkung an den Schleifmaschinen ausgesetzt, durch welche die fertigen Hüte die letzte Politur erhalten. Es handelt sich dabei um einen Schleifstaub, der aus Schmirgel, bezw. Bimstein oder Glas- und Sandbestandteilen und Wollstaub besteht, untermischt mit metallischem Gift, das immer noch nicht ganz aus dem fertigen Filz entfernt ist. In den besser eingerichteten Hutfabriken ist diesem Übelstand durch Exhaustoranlagen vorgebeugt, die in ihrer Einrichtung vollkommen den in anderen Schleifereibetrieben üblichen entsprechen (vergl. Abschn. V, S. 418 und Abschn. XI, S. 793).

Rosshaarspinnerei. In den Rosshaarspinnereien, insbesondere in denjenigen, in welchen aus dem Auslande eingeführtes Rohmaterial zur Verarbeitung gelangt, besteht in demselben Maasse die Gefahr der Über-

tragung ansteckender Krankheiten wie in der Bürsten- und Pinselindustrie. Es kann dieserhalb auf die Ausführungen des XIV. Abschnittes, S. 926 verwiesen werden. Die daselbst abgedruckte Polizeiverordnung schreibt ausserdem alle diejenigen Maassnahmen vor, welche zur Verhütung der Staubentwickelung beim Reinigen und Hecheln der Haare erforderlich sind. Dass eine gute allgemeine Ventilation der Arbeitsräume und möglichste Fernhaltung jugendlicher Arbeiter von diesen Betrieben dringend erwünscht ist, braucht nicht besonders betont zu werden. Die Frage schwebt zur Zeit noch, ob nicht eine gleichartige Verordnung wie die a. a O. mitgeteilte für das ganze Deutsche Reich obligatorisch gemacht werden soll.

Konfektionsindustrie. In der Konfektionsindustrie, die einen der blühendsten Gewerbszweige bildet, auf welchem Deutschland den Weltmarkt beherrscht, handelt es sich weniger um spezifische Gewerbekrankheiten, als um die unsäglich traurigen sozialen Verhältnisse, unter denen ein grosser Teil der Arbeiter und Arbeiterinnen, die in dieser Industrie beschäftigt sind, zu leiden haben. Durch ein weit ausgebildetes System von Mittelspersonen, die sich hier allmählich zwischen hausindustriellen Arbeiter und Grossindustriellen eingeschoben haben, sind die Löhne auf ein Niveau herabgesunken, welches ersteren zu einer Ausdehnung der Arbeitszeit auf der einen und einer Lebenshaltung auf der anderen Seite zwingt, dass daraus notwendig die allerungünstigsten sanitären Verhältnisse entstehen müssen. Leider fehlt es noch an umfassenden statistischen Erhebungen auf diesem Gebiete, was aber durch private Untersuchungen zu Tage gefördert ist[1]), lässt, wenn dieselben auch nicht ganz tendenzfrei sein mögen, doch die allerungünstigsten Schlüsse zu. Hier ist natürlich mit gewerbehygienischen Maassnahmen allein keine Besserung zu erzielen. Einen wesentlichen Fortschritt in sanitärer Beziehung würde es bedeuten, wenn es gelänge, die hausindustrielle Beschäftigung, unter Ausschliessung der Mittelspersonen, in einen wirklich fabrikmässigen Betrieb überzuführen, der sich gewerbepolizeilich ungleich leichter kontrollieren lässt als die vielen kleinen hausindustriellen Betriebe.

Von speziellen Schädlichkeiten dieses Industriezweiges ist noch die Nähmaschinenarbeit zu nennen. Dieselbe bedingt — abgesehen von den auch bei dieser speziellen Gruppe von Arbeiterinnen vorherrschenden sozialen Notlage — eine Überanstrengung einzelner Muskelgruppen und Organe, die zu dauernden Störungen führen kann. Es sind bei dauernd

[1]) Vergl. z. B. Timm, Soziale Bilder aus der Berliner Konfektion. Soziale Praxis IV. Jahrg., S. 102, 126, 249, 291, 389.

an der Nähmaschine beschäftigten Arbeiterinnen Störungen der Verdauungsthätigkeit und Krankheiten der Unterleibsorgane beobachtet, die wohl nicht mit Unrecht auf die Art der Beschäftigung zurückgeführt werden. Besonders krass werden diese Einwirkungen sich natürlich bei jugendlichen und schwächlichen Individuen geltend machen. Auch hier würde der Übergang zum fabrikmässigen Grossbetrieb insofern eine Besserung herbeiführen, als der Antrieb der Nähmaschinen alsdann allgemein durch motorische Kraft bewirkt werden könnte. Unter den jetzt herrschenden Verhältnissen ist die möglichste Erleichterung der Beschaffung motorischer Kraft durch Kleinmotoren anzustreben.

Als Nebenbetrieb der hausindustriellen Konfektionsbranche sowohl, wie als selbständiger Kleinbetrieb bietet auch der Plättereibetrieb ein besonderes sanitäres Interesse. Die in demselben beschäftigten Arbeiterinnen sind in den engen, häufig in Kellergeschossen untergebrachten und durchweg ungenügend gelüfteten Arbeitsräumen den Schädlichkeiten einer mit Wasserdampf und Kohlenoxyd verdorbenen Luft ausgesetzt. Neuerdings sind in England in grösseren Plättereien Plätteisen eingeführt, die durch einen Metallschlauch mit einer Absaugungsvorrichtung in Verbindung gesetzt sind, um auf diese Weise den Eintritt von Gasen in den Arbeitsraum zu verhindern. Versuche, die in dieser Richtung augenblicklich in einigen Berliner Grossbetrieben angestellt werden, sind noch nicht zum Abschluss gelangt.

Verfertigung künstlicher Blumen. Künstliche Blumen werden ebenfalls meist in kleinen Werkstätten, bezw. von hausindustriellen Arbeiterinnen angefertigt, die in gleicher Weise wie die Konfektionsarbeiterinnen unter den ungünstigsten sozialen Verhältnissen leben. Auch hier wirken die meist unzulänglichen und mangelhaft ventilierten Arbeitsräume um so verhängnisvoller, als in diesen Betrieben vorwiegend jugendliche und körperlich wenig widerstandsfähige Arbeiterinnen Beschäftigung finden. Die besonderen Schädlichkeiten dieser Industrie werden durch verschiedene dabei zur Verwendung gelangende Gifte (Schweinfurter Grün, Quecksilberpräparate, bleihaltiges Glaspulver u. s. w.) bedingt, die zum Färben und Pudern dienen und mit welchen die Arbeiterinnen in innige Berührung kommen. Für manche Zwecke werden die Farben u. s. w. in Staubform auf die mit Klebelösung überzogenen Stoffe aufgetragen. In kleineren Betrieben giebt es natürlich keine staubdichten Vorrichtungen für diese gefährliche Prozedur, und das Gift „fällt", wie die Leute sagen, direkt „auf die Lunge". Die Einführung staubdichter Einstäubeapparate, sowie gute Ventilation und peinliche Sauberkeit der Werkstätten können die beste Abhilfe schaffen. Sodann müssen die weib-

lichen Personen sich ganz besonders durch Kappen und Hüllen vor dem Einstäuben der Haare schützen, und allen muss das Verzehren von Speisen und Getränken im Arbeitsraum auf das strengste verboten werden. Ausreichende Wascheinrichtungen vervollständigen das Rüstzeug. Bei der Benutzung der flüssigen gifthaltigen Farben kommt die Hand der Arbeiterin mit denselben in Berührung, es ist daher sehr zweckmässig, Handschuhe einzuführen. Durch die beim Zusammensetzen der Blumen von den Drahtenden herrührenden Hautverletzungen können leicht giftige Stoffe zur Aufnahme gelangen und dadurch Entzündungen oder Geschwüre hervorgerufen werden. Auch hiergegen hilft nur grosse Vorsicht und peinlichste Reinlichkeit.

Ausser den Vergiftungen kommen bei Blumenarbeitern gewisse Beschäftigungsneurosen, wie Fingerkrämpfe und Muskelzittern vor. Das einzige Mittel dagegen ist zeitweises Aufgeben der Beschäftigung. Ein weiteres schädigendes Moment ist die dauernde ungünstige Körperhaltung der Blumenarbeiterinnen, sowie die schlechte Beleuchtung, durch welche Kurzsichtigkeit und Herabsetzung der Sehkraft in bedauerlicher Weise gefördert werden.

Chemische Waschanstalten. In den chemischen Wäschereien kommt, abgesehen von der Belästigung durch die Dämpfe von Laugen und Benzin, gegen welche der wirksamste Schutz in zweckmässigen Ventilationseinrichtungen besteht, als besonderes Gefahrenmoment die Leichtentzündlichkeit und Explosionsfähigkeit des Benzins in Betracht. Derselben ist, soweit dabei unvorsichtige Annäherung von Feuer und Licht in Betracht kommen, durch die sich aus der Natur der Sache ergebenden Vorsichtsmaassregeln bei der Lagerung und dem Transport des Benzins, fehlerfreie Konstruktion der Feuerungs- und Beleuchtungsanlagen vorzubeugen. Im Falle des wirklichen Ausbruches eines Brandes kommen die im III. Abschnitt, S. 285 ff. besprochenen Maassnahmen in Betracht. Anders verhält es sich mit den Benzinexplosionen, wie sie nicht selten beim Waschen und Spülen wollener und seidener Stoffe beobachtet werden und die man früher als einen Akt der „Selbstentzündung" des Benzins angesehen hat. Nach neueren Erfahrungen handelt es sich dabei um die Aufspeicherung von Reibungselektrizität und einen durch Spannungsausgleich bewirkten elektrischen Funken, der das Benzin plötzlich zu entzünden imstande ist. Man hat versucht, der Aufspeicherung von Elektrizität dadurch vorzubeugen, dass man die Waschmaschinen und Spülgefässe leitend mit der Erde verband. Dem stehen indes für viele Fälle technische Schwierigkeiten im Wege. Dagegen hat die Erfahrung gelehrt, dass es eine Reihe von Körpern giebt, die, wenn sie dem Benzin

zugesetzt werden, den Eintritt elektrischer Erregungen verhindern. In der chemischen Waschanstalt von W. Spindler in Spindlersfeld wird z. B. ein Zusatz von 0,2 % einer in Benzin völlig löslichen Seife zu diesem Behuf mit Erfolg angewandt. Über eine Reihe von ähnlichen Mitteln, die zu gleichem Zweck, zum Teil unter Aufwand erheblicher Reklame, empfohlen werden, wird sich ein endgültiges Urteil erst gewinnen lassen, wenn ihre, einstweilen geheim gehaltene Zusammensetzung bekannt gegeben wird.

Desinfektionsanstalten. Seitdem die wissenschaftliche Forschung ergeben hat, dass wir in der Desinfektion mit strömendem Wasserdampf eines der wirksamsten Mittel zur Bekämpfung der Infektionskrankheiten besitzen, sind in grosser Zahl öffentliche und private Desinfektionsanstalten entstanden, die zum Teil eine grössere Anzahl von Arbeitern beschäftigen und deshalb in gewissem Sinne auch als gewerbliche Betriebe angesehen werden können. Es liegt auf der Hand, dass diese Arbeiter unter Umständen bei der Ausübung ihres Gewerbes durch Aufnahme von Infektionskeimen Gesundheitsschädigungen erleiden können. Es ist daher durch besondere Instruktionen für das mit der Desinfektion beauftragte Personal dafür Sorge zu tragen, dass das letztere keiner Gefährdung ausgesetzt wird. Zu den hier in Betracht kommenden Maassregeln gehören: das sofortige Verbringen der zu transportierenden Kleider, Bettstücke u. s. w. in mit desinfizierenden Lösungen getränkte Tücher, das vorsichtige, staubverhindernde Hantieren mit diesen Gegenständen, die Bereitstellung geeigneter Dienstanzüge, die nach Beendigung des Dienstes gegen andere zu vertauschen sind, die obligatorische Darreichung von Bädern und die besonders sorgfältige Reinigung von Kopf- und Barthaaren, endlich das Verbot der Aufbewahrung von Speisen und Getränken in den Desinfektions- und Lagerräumen. Als Muster für eine derartige Instruktion kann die unter dem 14. Juni 1890 erlassene für die Berliner städtischen Desinfektoren gelten.

XVI. Abschnitt.

Industrie der Nahrungs- und Genussmittel.

Von **Dr. H. Albrecht**
in Gross-Lichterfelde.

A. Nahrungsmittel.

Müllereigewerbe. Im Müllereigewerbe können wir noch heute auf dem engsten Raum vereinigt Fabrikationsmethoden, die noch fast auf mittelalterlicher Stufe stehen, neben den vollkommensten Einrichtungen sehen, die eine vollendete Technik zu schaffen vermag. Dass dabei die mannichfachsten Arbeitsbedingungen und damit auch in sanitärer Beziehung die grössten Verschiedenheiten obwalten, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden. Die grossen modernen Kunstmühlen sind heute in der Regel Muster, auch an Sauberkeit, und von einer Staubbelästigung der Arbeiter ist kaum noch die Rede. Es handelt sich in diesen Musteranstalten um ein System sinnreich erdachter Maschinen, die automatisch die ganze Reihe der Verrichtungen vom Reinigen des Getreides bis zum Einsacken des fertigen Mehles bewerkstelligen, ohne dass dem Menschen dabei eine andere Rolle als die der Beaufsichtigung und Wartung der Maschinen zukäme. Der Transport des Mahlgutes aufwärts, abwärts, in horizontaler Richtung wird dabei in geschlossenen Apparaten besorgt, die ebenso wie die vollständig ummantelten und mit dem Arbeitsraum in keiner Kommunikation stehenden Maschinen mit Exhaustoren und Staubfiltern in Verbindung stehen, die das Austreten von Staub so wirksam hindern, dass die traditionelle Erscheinung des mehlbestaubten Müllers hier vollkommen zum Mythus geworden ist. Da ausserdem der Mehlstaub in gesundheitlicher Beziehung als ungefährlich angesehen werden darf (Abschn. I, S. 66), kann in diesen Betrieben von besonderen Berufskrankheiten kaum die Rede sein.

Aus diesem letzteren Grunde darf auch in primitiver eingerichteten Betrieben, in denen reichliche Staubentwickelung im Arbeitsraum die

Regel bildet, dieses Moment bei der Beurteilung der Berufsgefahren vernachlässigt werden. Es sind andere, allerdings auch mit der Eigenart des Berufes verbundene Schädlichkeiten, welche die Beschäftigung in den kleinen Mühlenbetrieben — und es gab bei der letzten Gewerbezählung deren in Deutschland noch über 30000 — zu einer so aufreibenden macht, dass die in diesem Zweige der Kleinindustrie beschäftigten Arbeiter nur ausnahmsweise ein höheres Leben erreichen. In erster Linie steht hier die übermässig lange Arbeitszeit. Solange der Wind bläst oder das Wasser reicht, wird mit Anspannung aller Kräfte gearbeitet. Nach den amtlichen Berichten der Aufsichtsbeamten sind länger dauernde Perioden einer sechzehn-, achtzehn-, selbst neunzehnstündigen Arbeitszeit in den kleineren Mühlen nichts Seltenes. An diesem Punkte würde also vornehmlich anzusetzen sein, wenn man eine Besserung der Gesundheitsverhältnisse unter dieser Gruppe von Arbeitern herbeiführen will. In den zuerst erwähnten Grossbetrieben, die unabhängig von Wind und Wasser sind und die gewöhnlich mit Schichtwechsel Tag und Nacht arbeiten, fällt auch dieses Gefahrenmoment fort. In gesundheitlicher Hinsicht bedeutet also hier der allerdings gerade auf diesem Gebiete sich naturgemäss sehr langsam vollziehende Aufsaugungsprozess der Kleinindustrie durch den Grossbetrieb einen Schritt zum Besseren.

In vielen, namentlich in den kleineren Mühlen wird das Schärfen der abgenutzten Mühlsteine von den Mühlenarbeitern selbst und dann meistens auch mit der Hand besorgt. Hierbei entsteht, wenn der Stein nicht befeuchtet wird, ein sehr gefährlicher Staub (vergl. Abschn. I, S. 76 und Abschn. XII, S. 806). Im Grossbetriebe wird die Handarbeit durch besondere Schärfmaschinen ersetzt, bei denen der Staub abgesaugt wird.

Äussere Verletzungen erleiden die Müller nicht selten durch Tragen der schweren Getreide- und Mehlsäcke. Namentlich Bruchschäden sind infolge davon beobachtet. In Deutschland wird noch allgemein, auch im Grossbetriebe, das Getreide in Säcken transportiert, die beim Auf- und Abladen wenigstens streckenweise getragen werden müssen. In dieser Beziehung kann unsere Grossindustrie noch von der amerikanischen lernen, die auf der Chikagoer Weltausstellung Einrichtungen produzierte, bei denen derartige Anforderungen an die Menschenkraft nicht mehr gestellt werden.

In sehr zweckmässiger Weise ist in den grossen amerikanischen Getreidespeichern auch die Schädlichkeit vermieden, welche den Arbeitern beim Lüften des Getreides durch den Staub erwächst (vergl. Abschn. I, S. 70). Die verschiedenen übereinander gelegenen Böden, auf denen das Getreide lagert, sind mit lauter, mit Klappen versehenen Öffnungen

versehen. Zum Zweck des Lüftens werden die Klappen geöffnet, das Getreide fällt auf den zunächst darunter gelegenen Boden, und so fort bis zum untersten, von wo es durch Elevatoren wieder auf den obersten Boden gehoben wird.

Bäckereigewerbe. Von den durch mechanische Ursachen bedingten Schädlichkeiten des Bäckergewerbes ist im ersten Abschnitt, S. 135, bereits die Rede gewesen. Wir haben hier, im Anschluss an das von dem Müllereigewerbe Gesagte, hinzuzufügen, dass, wie dort, auch im Bäckergewerbe die übermässig lange ausgedehnte Arbeitszeit als ein ausserordentlich weit verbreitetes Übel anzusehen ist. Nach den Erhebungen der Kommission für Arbeiterstatistik, welche bei etwa 10% aller in Deutschland vorhandenen Bäckereibetriebe die betreffenden Verhältnisse eruiert hat[1]), dauerte in mehr als der Hälfte (53,3%) der gewöhnlichen Bäckereien die Gesamtarbeitszeit der Gesellen 12 Stunden oder weniger, in 28,6% 12—14 Stunden, in 17,0% mehr als 14 Stunden, und zwar in 13,2% 14—16, in 3,1% mehr als 16—18, und in 0,7% mehr als 18 Stunden. Nur in wenigen Bäckereien kommen regelmässig grössere Pausen von einer halben Stunde und mehr vor, während deren die Gehülfen und Gesellen arbeitsfrei sind. Meistens sind die Pausen nicht nur unregelmässig, je nach dem Gange des Geschäfts, sondern auch so kurz bemessen, dass eine wirklich stärkende Ruhe der Arbeiter während derselben ausgeschlossen ist.

Weiter haben Erhebungen der Kommission für Arbeiterstatistik erwiesen, dass die Arbeit in den Bäckereien eine anstrengende ist. Namentlich das Kneten des Teiges und das Beschicken des Ofens erfordern in der Regel einen erheblichen Kraftaufwand. Als erschwerende Momente treten hinzu die Hitze und die schlechte Luft, welche in vielen Bäckereien herrschen, ferner die Notwendigkeit, die Arbeit im Stehen zu verrichten, und ganz besonders endlich der Umstand, dass sie in eine für die Gesundheit ungünstige Zeit fällt. In 42,6% der gewöhnlichen Bäckereien, und zwar gerade in denjenigen, welche die längste Arbeitszeit haben, beginnt die Arbeit vor Mitternacht und nimmt zum mindesten die ganze Nacht in Anspruch.

Die hiernach berechtigt scheinende Annahme, dass die Gesundheits- und Sterblichkeitsverhältnisse der Arbeiter in den Bäckereien besonders ungünstig sein müssen, wird nun allerdings durch die nach dieser Richtung hin von der Kommission für Arbeiterstatistik angestellten Untersuchungen nicht direkt bestätigt. Zunächst hat sich herausgestellt,

[1]) Bericht über die Erhebungen betreffend die Arbeitszeit in Bäckereien und Konditoreien, S. 3. Berlin 1894.

dass bei den Bäckern die Erkrankungsgefahr und die Dauer jeder einzelnen Erkrankung durchschnittlich nicht grösser ist als bei der Gesamtheit aller männlichen Arbeiter im deutschen Reich. Beachtenswert erscheint dabei, dass bei den Bäckern mehr äussere Erkrankungen (Quetschungen und Verwundungen der Hände und Finger, Ausschläge und Abszesse an denselben) vorkommen als innere. Der Mehlstaub verursacht oft Husten, welcher bisweilen Emphysem herbeiführt, aber da er nicht in das Lungengewebe eindringt, so sind die Bäcker im allgemeinen weniger Lungenkrankheiten ausgesetzt, als andere Staubarbeiter. Von Gelenk- und Muskelrheumatismus, deren Gefahr bei den Bäckern besonders nahe zu liegen scheint, werden dieselben nicht häufiger als andere Arbeiter befallen. Auch die Sterblichkeitsstatistik ist an sich nicht ungünstig.

Andererseits sind aber alle diese Thatsachen keineswegs geeignet, den Schluss zu widerlegen, zu welchem die ungünstige Lage und die lange Dauer der Arbeitszeit, sowie die Beschaffenheit der Arbeit im Bäckergewerbe hindrängen. Der Erkrankungsstatistik darf schon um deswillen keine entscheidende Bedeutung beigemessen werden, weil eine Schädigung der Gesundheit infolge der Nachtarbeit und des langen Stehens sehr wohl eintreten kann, ohne dass sie in Krankheiten zur Erscheinung gelangt. Es ist immerhin möglich, dass durch die übermässige Ausdehnung einer anstrengenden Arbeit der Organismus, obwohl er nur geringe akute Störungen erleidet, doch allmählich eine fortschreitende Schwächung erfährt, welche zu einem frühzeitigen Ende führt. Aus der erwähnten Sterblichkeitsstatistik lässt sich gegen diese Möglichkeit kein Argument hernehmen, weil sie auf einer nicht zweifelsfreien Grundlage beruht. Ein grosser Teil der Bäckerlehrlinge und Gesellen giebt aus Gesundheitsrücksichten das Handwerk auf, um ein anderes, weniger anstrengendes zu ergreifen, so dass die weniger Gesunden und minder Lebenskräftigen fortwährend durch neue frische und gesunde Kräfte ersetzt werden. Auch aus dem Grunde werden viele aus dem Gewerbe herausgedrängt, weil der Geselle ohne den Besitz eines Vermögens nicht zur Selbständigkeit gelangen kann und verheiratete Gesellen nur schwer Beschäftigung finden. Die Kommission für Arbeiterstatistik hat daher für erwiesen angenommen, dass in einem erheblichen Prozentsatze der Bäckereibetriebe die Arbeitskraft der Gesellen und Lehrlinge in einem die Gesundheit gefährdenden Maasse ausgenutzt wird.

Die hieraus abzuleitende Schlussfolgerung — die auch von der genannten Kommission gezogen wird — ist die, dass eine Verkürzung der Arbeitszeit im Bäckereigewerbe anzustreben ist. Daneben lässt, wie aus

vielfachen Veröffentlichungen[1]) hervorgeht, die Beschaffenheit der Arbeitsräume und der Schlafstellen der Gesellen und Lehrlinge in vielen Bäckereien in Bezug auf Reinlichkeit und Luftbeschaffenheit noch Manches zu wünschen übrig. Gegen diese Missstände wird auf Grund des § 120a der Gewerbeordnung und besonderer landesgesetzlicher oder ortspolizeilicher Vorschriften auf das energischste vorzugehen sein.

Stärkemehl- und Stärkezuckerfabrikation. Zur Darstellung der Stärke benutzt man in Deutschland vorwiegend Kartoffeln und Weizen. Das Fabrikationsverfahren bezweckt die Abscheidung des Stärkemehls aus den dasselbe enthaltenden Pflanzenteilen. Diese Abscheidung erfolgt auf mechanischem Wege; stellenweise nimmt man ein Gärungsverfahren zu Hülfe, um die einhüllenden Substanzen schneller und vollständiger fortzuschaffen.

Bei der Herstellung des Stärkemehls aus Kartoffeln werden diese letzteren zunächst gereinigt und gewaschen, sodann mittels Reibemaschinen zerrieben. Die Abscheidung der Stärke aus dem Kartoffelbrei erfolgt durch Schlämmen auf Sieben oder Siebtrommeln verschiedenster Konstruktion. Die Reinigung der Stärke wird sodann durch Auswaschen und Durchseihen bewirkt, und endlich die lufttrockene Stärke in Trockenräumen bei 40—50° C getrocknet. — Zur Gewinnung der Stärke aus Weizen werden zwei grundsätzlich von einander verschiedene Verfahren angewandt. Bei der ersten Methode wird der Weizen, nachdem er durch Einquellen und Quetschen vorbereitet ist, in grossen Bottichen zu einem dicken Brei angerührt und einer Gärung unterworfen. Durch diesen Gärungsprozess wird der Kleber, welcher mit dem Stärkemehl innig verbunden ist, disaggregiert und teilweise in löslichen Zustand übergeführt[2]). Die Abscheidung der Stärke von dem Sauerwasser und dem Kleber geschah früher durch Abfliessenlassen des Sauerwassers und Austreten der gegorenen Masse in groben Säcken mit den Füssen. In neuerer Zeit wird die zurückbleibende Masse in kupfernen, siebartig durchlöcherten Waschtrommeln mit Wasser gewaschen, wobei der Kleber zurückbleibt und die Stärke mit dem Wasser abfliesst. Aus letzterem wird das Stärkemehl durch Absetzenlassen gewonnen, und die lufttrocken gewordene Stärke in Trockenräumen bei 60—70° C getrocknet. — Bei der zweiten Methode wird die Trennung des Stärkemehls von dem Kleber, nachdem der Weizen geschroten und eingequollen ist, durch Auswaschen in besonderen Apparaten bewirkt. Der im Apparat bleibende Teil enthält die groben Weizenhüllen, den grössten Teil des unlöslichen Klebers und noch beigemengtes Stärkemehl. In dem abfliessenden Wasser sind die übrige Stärke, wenig unlöslicher Kleber und andere Bestandteile enthalten. Noch einfacher gestaltet sich das Verfahren, wenn man die Stärke, statt aus dem geschrotenen Weizen aus Weizenmehl gewinnt.

Die zweite Methode der Stärkegewinnung ist die vorteilhaftere, insofern die Ausnutzung des als Nahrungsmittel wichtigen Klebers hierbei eine weit vollkommenere ist. Der bei dem Gärungsverfahren gewonnene Kleber eignet sich, weil er einer raschen

[1]) Vergl. u. a. Oldenberg, Die Sauberkeit in deutschen Bäckereien und Konditoreien. Soziale Praxis 1895, No. 51.

[2]) Vergl. Heinzerling a. a. O. Bd. II, S. 92.

Gärung und Fäulnis unterworfen ist, nur zum sofortigen Verbrauch als Viehfutter. Das Gärungsverfahren wird deshalb mehr und mehr zu Gunsten der Gewinnungsmethode ohne Gärung verlassen.

In sanitärer Beziehung ist bei der Stärkefabrikation in erster Linie dem Gärungsverfahren Beachtung zu schenken. Es entwickeln sich dabei, neben Kohlensäure, Sumpfgas und gelegentlich auch etwas Schwefelwasserstoff, flüchtige organische Säuren, wodurch ein äusserst penetranter, widerlicher Geruch, zum Teil sogar direkt schädliche Einatmungsprodukte entstehen. Es ist daher zu fordern, dass die Gärgefässe und Absetzbottiche mit Einrichtungen zur Absaugung der Gase versehen werden, die man am besten unter eine Feuerung leitet. Bei dem Verfahren der rein mechanischen Auswaschung des Stärkemehls werden diese Schädlichkeiten vermieden.

In zweiter Linie sind die Arbeiter in Stärkefabriken den Einwirkungen der Feuchtigkeit und des starken Temperaturwechsels ausgesetzt. Es ist darauf zu halten, dass die Trockenräume von den Arbeitern erst betreten werden, nachdem die Temperatur in denselben auf 30—35° abgekühlt ist, und dass der Aufenthalt nicht zu lange dauert. Der in den Trockenkammern auftretende Staub gehört zu den weniger offensiven Arten, doch sollte durch geeignete Ventilationseinrichtungen auf eine möglichste Beseitigung hingewirkt werden.

Die Stärkemehlfabriken sind nach § 16 der Gewerbeordnung konzessionspflichtig. Bei dem Konzessionsverfahren ist, neben der Beseitigung der durch die gasförmigen Abgänge erzeugten üblen Gerüche, den Abwässern Beachtung zu schenken. Die Waschwässer, besonders aber die Sauerwässer enthalten neben zahllosen Mikroorganismen grosse Mengen entweder mitten in der Fäulnis, bezw. Gärung befindlicher Stoffe, oder sie sind so mit organischen Substanzen beladen, dass sie ausserhalb der Fabrik in Fäulnis übergehen und einen entsetzlichen Gestank verbreiten. Am besten werden die Abwässer durch Berieselung unschädlich gemacht. Gestatten die Verhältnisse ein solches Verfahren nicht, so können sie, ehe sie in die Flussläufe eingelassen werden, in Klärbassins mit Kalk präzipitiert und einer darauffolgenden Bodenfiltration unterworfen werden.

Durch Kochen der Stärke mit verdünnter Schwefelsäure wird Stärkezucker gewonnen, der seine Hauptverwendung zum Gallisieren des Weins findet oder auf Spiritus weiter verarbeitet und daher technisch im Grossen dargestellt wird. Beim Kochen der Stärke mit dem schwefelsäurehaltigen Wasser entwickelt sich ein belästigender Geruch, der durch geeignete Absaugungsvorrichtungen zu beseitigen ist. Geschieht das Kochen unter Druck, so sind geeignete Maassnahmen zu treffen, um Explosionen zu verhüten. Namentlich ist die Bleiauskleidung

der Kessel häufig auf ihren guten Zustand zu untersuchen, damit die Schwefelsäure nicht mit dem Eisen in Berührung kommen kann. Bei der Reinigung des Syrups sind die dabei entstehenden Rückstände und Abwässer zu berücksichtigen (s. Zuckerindustrie).

Aus dem Stärkezucker wird durch Erhitzen die sogenannte Zuckercouleur hergestellt. Beim Erhitzen des Zuckers treten stechende, die Augen reizende Dämpfe auf, für deren Unschädlichmachung Sorge zu tragen ist[1]).

Zuckerindustrie. Die Gewinnung des Zuckers aus den Zuckerrüben, die für manche Gegenden Deutschlands eine so hervorragende wirtschaftliche Bedeutung gewonnen hat, ist auch für den Hygieniker einer der interessantesten Fabrikationsprozesse, dessen Beurteilung vom sanitären Gesichtspunkte aus indessen wegen der Mannichfaltigkeit der dabei in Betracht kommenden Arbeitsbedingungen nicht geringe Schwierigkeiten bereitet. Schon die eigenartigen Verhältnisse der Kampagnearbeit bringen es mit sich, dass man an den Hauptzentren der Rübenzuckerindustrie mangels ausreichender einheimischer Arbeitskräfte gezwungen ist, zeitweilig fremde Arbeitermassen zusammenzuziehen, deren oft mangelhafte Unterkunft und Ernährung an sich schon zu schweren sanitären Bedenken Anlass geben. Es wird daher in erster Linie diesen Verhältnissen Beachtung zu schenken sein, wenn man nicht will, dass die hygienisch unzureichende Lebenshaltung die betreffenden Arbeiter in einem Maasse schädigt, dass sie den ungünstigen Arbeitsbedingungen keinen hinreichenden Widerstand mehr entgegensetzen können. Es ist eine Forderung, die von Seiten der Hygiene nicht dringend genug erhoben werden kann, dass die Arbeitgeber, die derartige flottierende Arbeitermassen zeitweilig heranziehen, auch gehalten werden, für deren ausreichende Unterkunft und Beköstigung zu sorgen. Über die Mindestanforderungen, welche an Unterkunftsräume für solche Arbeiter zu stellen sind, vergl. Abschn. II, S. 181[2]). Von der grössten Wichtigkeit für die Erhaltung der Gesundheit der Arbeiter sind des weiteren gerade hier ausreichende Badeeinrichtungen. In den Zuckerfabriken kommen die Arbeiter mit allerlei klebrigen Stoffen in Berührung, die sich schwer oder gar nicht entfernen lassen, wenn ihnen nicht täglich Gelegenheit zu ausgiebigster Reinigung gegeben wird. Der Mangel an körperlicher Reinlichkeit bildet aber anderer-

[1]) Heinzerling a. a. O. Bd. II, S. 95.

[2]) Vergl. auch Rother, Die gesundheitlichen Nachteile der Zuckerfabriken und deren Beseitigung. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege XXI. Bd., 4. Heft, 1889.

seits wieder die Vorbedingung für gewisse der Fabrikationsweise eigentümliche Schädlichkeiten.

Was nun die letzteren anbetrifft, so wird es das Verständnis fördern, wenn wir zunächst wieder in aller Kürze einen Überblick über das Fabrikationsverfahren geben[1]):

Die in Schwemmkanälen und besonderen Waschmaschinen gereinigten, von den Schwänzen und grünen Köpfen befreiten Rüben werden durch Schnitzelmaschinen zu langen, schmalen Streifen zerschnitten und in den Diffuseuren, zylindrischen oder schwach konischen, vollständig geschlossenen Behältern, durch heisses Wasser ausgelaugt. Das ältere Verfahren, die Rüben zu Brei zu zerreiben und den Brei auszupressen oder auszuschleudern, ist allgemein verlassen. Die ausgelaugten Schnitzel werden durch Elevatoren nach der Schnitzelpresse transportiert und hier von dem überflüssigen Wasser befreit, um alsdann als Viehfutter verwandt zu werden. Der durch das Diffusionsverfahren gewonnene rohe Saft enthält ausser Zucker alle löslichen Bestandteile der Rübe und soll von diesen möglichst befreit werden. Dies geschieht durch zwei auf einander folgende Operationen: die chemische Reinigung (Defekation) und die mechanische Reinigung (Filtration). Die Defekation zerfällt in zwei Arbeiten: die Scheidung mit Ätzkalk und die Saturation mit Kohlensäure. Durch den Kalk werden die fremden Bestandteile gefällt, durch die Kohlensäure wird der überschüssige Kalk wieder entfernt. Die Scheidung mit Ätzkalk und die Saturation mit Kohlensäure erfolgt nach verschiedenen, hier nicht näher zu erörternden Methoden, welche sich wesentlich dadurch unterscheiden, dass bei der Reinigung entweder zuerst die Behandlung des Saftes mit Ätzkalk und später erst mit Kohlensäure statthat (ältere Methoden), oder Scheidung und Saturation gleichzeitig erfolgen, wobei man in neuester Zeit noch mit schwefliger Säure nachsaturiert, und dadurch die Filtration über Knochenkohle überflüssig macht.

Ätzkalk und Kohlensäure werden in kontinuierlich arbeitenden Schachtöfen durch Erhitzen von Kalkstein (kohlensaurem Kalk) bis zur intensiven Rotglut erzeugt. Der kohlensaure Kalk erleidet dadurch eine Zersetzung unter Bildung von Kohlensäure und gebranntem Kalk. Der Ätzkalk wird nach dem Ausräumen aus dem Ofen und erfolgter Abkühlung sofort verwendet; die aus dem Ofen austretenden kohlensäurereichen Gase werden aufgefangen, abgekühlt, von dem Flugstaub durch Waschen gereinigt und durch Pumpen oder Injektoren den Saturationsgefässen zugeführt.

Die Filtration des Saftes erfolgte früher ausschliesslich unter Benutzung der Knochenkohle (Spodium). Durch Einführung der Nachsaturation mit schwefliger Säure wird dieses Verfahren mehr und mehr aus der Rohzuckerfabrikation verdrängt und durch die einfache Filtration durch Filterpressen ersetzt. Wo die Filtration über Knochenkohle noch verwandt wird, wird der zu filtrierende Saft in zylindrische Gefässe geleitet, welche mit Knochenkohle gefüllt und mit Siebböden versehen sind. Mehrere solche Filter sind zu einer Filterbatterie vereinigt. Um die gebrauchte, nicht mehr wirksame Kohle wieder benützen zu können, unterwirft man dieselbe einem Wiederbelebungsprozess, der in einer Säuerung, Gärung, einem Kochen und Waschen und nachherigem Trocknen und Glühen besteht.

Der von den Knochenkohlefiltern kommende gereinigte „Dünnsaft“ enthält etwa 10—11 % Zucker. Derselbe wird nun in Vakuumapparaten verschiedener Kon-

[1]) Nach v. Posanner, Chemische Technologie der landwirtschaftlichen Gewerbe, S. 219 ff. Wien 1893.

struktion zu „Dicksaft“ eingedampft, nochmals über Knochenkohle- oder andere Filter geführt und in eigenen, mit direktem Dampf geheizten Vakuumapparaten zu „Füllmasse“ verkocht. Die Füllmasse wird nunmehr entweder auf Rohzucker oder auf Konsumzucker verarbeitet. Im ersteren Falle sucht man Rohzuckerkrystalle zu erhalten, der an die Raffinerieen abgegeben und auf Konsumzucker weiter verarbeitet wird. Die Rohzuckerarbeit ändert sich, je nachdem „blank“ oder „auf Korn“ gekocht worden ist, d. h. je nachdem der filtrierte Dicksaft im Vakuumapparat bis zur beginnenden Krystallisation oder unter Einziehen frischen Saftes und Krystallbildung im Apparat gekocht ist. Die blankgekochte Füllmasse wird möglichst heiss in eine Kühlpfanne abgelassen, wo die Krystallisation unter ganz allmählicher Abkühlung vor sich geht. Das Lokal, in welchem sich die Kühlpfanne befindet, heisst die Füllstube oder das Füllhaus. Zur Vermeidung der Klumpenbildung wird die Füllmasse in der Pfanne mittels hölzerner Krücken wiederholt kräftig durchgerührt. Ist auf diese Weise eine gewisse krystallinische Konsistenz erreicht, so wird die Füllmasse in Schützenbach'sche Kästen oder Brotformen gebracht, in denen die Zuckerkrystalle sich vergrössern (wachsen) können. Beim Kochen auf Korn wird die bereits krystallinische Füllmasse direkt vom Vakuum in die Krystallisationsgefässe gebracht. Die letzteren kommen nun auf den „Zuckerboden“, wo, je nachdem die Temperatur höher oder niedriger (30—35° C) ist, der Sirup rascher oder langsamer aus den unten mit Ablauföffnungen versehenen Gefässen abfliesst. Nach 4—6 Tagen werden die nunmehr trockenen Rohzuckerbrote aus den Formen herausgeschlagen, auf der Rohzuckermühle zu einer losen Krystallmasse zerrieben und, in Säcke verpackt, der weiteren Verwendung zugeführt. Abkürzen kann man die Operation durch Zentrifugieren. Der Sirup, welcher nach der Gewinnung des „ersten Produktes“ bleibt, wird von neuem im Vakuum verkocht, in Reservoirs krystallisiert, und die Krystalle werden zentrifugiert („zweites Produkt“). Das zweite Produkt wird entweder für sich oder mit dem ersten gemengt als Rohzucker verkauft. Aus dem Sirup des zweiten Produkts erzeugt man auf gleiche Art ein „drittes Produkt“, das sich aber nur noch schwer durch Zentrifugieren gewinnen lässt. Die letzten Sirupe heissen „Melasse“ und werden nach den weiter unten zu beschreibenden Methoden verarbeitet.

Die Erzeugung von Konsumzucker kann auf dreierlei Weise geschehen, einmal direkt aus der Füllmasse der Rohzuckerfabrikation, zweitens durch Reinigen der Rohzuckerprodukte in besonderen Raffinerieen und drittens endlich aus der Melasse. Der Verbrauchszucker gelangt in dreierlei Form in den Handel: erstens als Krystallzucker (Kandis), zweitens als Saftmelis oder Brotzucker, dessen Abarten Würfelzucker und Pilée sind, und drittens als Farin (Zuckermehl). Die Aufgabe der Konsumzuckerarbeit besteht darin, den Sirup bis zu einem möglichst vollkommenen Grade zu entfernen. Dies geschieht durch das „Decken“ mit gesättigten Zuckerlösungen. Dabei lassen sich zwei Hauptmethoden unterscheiden: entweder der zu deckende Zucker erhält eine bestimmte Form, und das Decken erfolgt durch successives Aufgiessen und Abtropfenlassen der Deckflüssigkeit, bezw. auch durch Zentrifugieren in dieser Form (Melisfabrikation), oder das Decken erfolgt direkt in Zentrifugen unter Einbringung von Zuckerlösungen in die Zuckermasse während des Schleuderns. Bei dem ersten Verfahren wird die auf Korn gekochte Füllmasse angewärmt und in den Formen langsam erkalten gelassen; die Anfangstemperatur in den Füllstuben beträgt 40° C. Dann erfolgt das Decken nach den verschiedenen dafür angewandten Methoden. Die fertigen Brote werden in der Trockenstube bei einer Temperatur, die allmählich bis auf 55° C erhöht wird, getrocknet. Auf die Einzelheiten des zweiten Verfahrens braucht hier nicht eingegangen zu werden. Die Herstellung des Konsumzuckers aus dem Rohzucker

in den Raffinerieen erfolgt in ähnlicher Weise durch Zentrifugieren und eine Reihe nachfolgender Operationen, welche ein besonderes sanitäres Interesse nicht bieten.

Der zuletzt übrig bleibende Sirup, die Melasse, enthält noch fast die Hälfte ihres Gewichts an Zucker, der aber nicht mehr ohne weiteres krystallisierbar ist. Die weitere Verarbeitung derselben geschieht nach zwei prinzipiell ganz verschiedenen Methoden: entweder wird der in der Melasse enthaltene Zucker durch Gärung auf Alkohol verarbeitet, oder man verarbeitet sie weiter auf Zucker. Uns interessiert hier lediglich das letztere Verfahren. Die Verarbeitung der Melasse auf Zucker wird wieder nach zwei grundsätzlich von einander verschiedenen Methoden durchgeführt, und zwar erstens nach dem Osmoseverfahren und zweitens durch die verschiedenen Saccharatverfahren (Elution, Substitution, Strontianverfahren).

Das Osmoseverfahren beruht auf einer dialytischen Trennung des Zuckers von den seine Krystallisation hindernden Salzen und wird ausgeführt, indem man die siedend heisse Melasse durch einen Dialysator fliessen lässt, wobei die Salze zum Teil in die von der Melasse durch Pergamentpapiermembranen getrennten Wasserzellen diffundieren. Da das Diffusionsvermögen der in Betracht kommenden Salze grösser als das des Zuckers ist, so wird die Melasse salzärmer und dadurch nach erneutem Verdampfen krystallisationsfähig gemacht.

Bei den verschiedenen Saccharatverfahren wird eine unlösliche oder schwer lösliche Verbindung des Rohzuckers mit den Oxyden der Erdalkalimetalle erzeugt, diese „Saccharate“ werden vom Nichtzucker getrennt und sodann für sich auf die schon bekannte Weise teils durch Saturation zerlegt, teils als Scheidekalk verwendet, worauf der Zucker aus den erhaltenen Lösungen gewonnen wird. Die sanitär hauptsächlich in Betracht kommenden Verfahren sind:

Bei dem Scheibler-Seyfferth'schen Elutionsverfahren wird die Melasse mit Ätzkalkpulver auf einem Kollergang innig gemischt. Die erkaltete Masse bildet den sogenannten Melassekalk, der zerkleinert und mit verdünntem Alkohol ausgewaschen wird. Die Waschflüssigkeit wird destilliert, um den Alkohol wiederzugewinnen, der ausgewaschene Melassekalk, nun Zuckerkalk genannt, wird durch Behandeln mit Kohlensäure in Zucker und unlöslichen kohlensauren Kalk verwandelt, bezw. zur Scheidung des Rübensaftes verwandt (s. S. 986).

Etwas abweichend davon ist das Manouri'sche Elutionsverfahren. Trockenes Kalkhydrat wird in eigenen Mischapparaten, Melangeurs, mit der Melasse in ein körniges Pulver verwandelt, welches dann wie bei dem vorigen Verfahren mit Alkohol behandelt wird.

Nach dem Eisfeldt'schen Elutionsverfahren versetzt man den Kalk mit so viel Wasser, wie zur Bildung von trockenem Hydrat erforderlich ist. Im Moment der Reaktion wird die Melasse hinzugefügt. Es entsteht dabei eine plastische Masse, die nach dem Erkalten zu Spänen zerschnitten wird. Die Späne werden mit Alkohol behandelt, wie vorstehend angegeben.

Die Drevermann-Soestmann'sche Fällungsmethode unterscheidet sich von den vorhergehenden dadurch, dass der Zuckerkalk nicht als feste Masse gebildet wird, sondern als Niederschlag in alkoholischer Flüssigkeit entsteht. Die Melasse wird mit Spiritus vermischt, und dann Kalk in Form von alkoholischer Kalkmilch und Chlorcalcium zugesetzt. Nach kräftigem Durchmischen wird so lange Kohlensäure eingeleitet, bis die Flüssigkeit leicht filtrierbar ist, worauf der entstandene Schlamm in Filterpressen abgesondert wird. Die verbleibende alkoholische Melassenlösung wird mit Kalkmich versetzt. Aus dieser Flüssigkeit scheidet sich der Zuckerkalk als Schlamm aus, der in Filterpressen mit Auswaschvorrichtung von anhängender Flüssigkeit befreit wird.

Das Steffens'sche Substitutionsverfahren unterscheidet sich von den bisher genannten dadurch, dass zuerst Calcium-Monosaccharat, welches in kaltem Wasser löslich ist, gebildet wird. Dieses Saccharat wird durch Erhitzen in dreibasischen Zuckerkalk umgesetzt. Die Melasse wird zu dem Zweck mit Kalkmilch in offenen Behältern gekocht und dann soweit verdünnt, dass die Lösung nicht mehr als 10 % Zucker enthält. Dann wird Kalkmilch zugesetzt, um das gebildete Monosaccharat in dreibasischen Zuckerkalk umzuwandeln, welch letzterer in der bekannten Weise weiter verarbeitet wird.

Bei dem Steffens'schen Ausscheideverfahren wird die Melasse mit Wasser verdünnt, dann feingemahlener Ätzkalk in ungelöschtem Zustande zugesetzt. Dabei löst sich der Ätzkalk, dann scheidet sich das Tricalciumsaccharat ab. Das mit überschüssigem Kalkhydrat gemischte Saccharat wird durch Filterpressen von der Mutterlauge getrennt, gewaschen und geht zur Scheidungsstation.

Endlich wird in neuerer Zeit vielfach statt des Kalkes Strontian verwandt, welches mit dem Zucker eine ähnliche Verbindung wie der Kalk eingeht. Das Strontianverfahren, welches in besonderen Fabriken durchgeführt wird, besteht darin, dass durch Kochen der Melasse mit Strontiumhydroxyd (Strontianhydrat) ein in heisser, überschüssiger Strontianhydratlösung unlösliches Strontium-Bisaccharat gebildet wird. Letzteres zerfällt mit Wasser bei einer Temperatur von 15° C in Zucker, der gelöst bleibt, und in Strontianhydrat. Die erhaltene Zuckerlösung wird eingedampft und weiter verarbeitet. Das Strontianhydrat wird zunächst durch Einleiten von Kohlensäure in die Mutterlauge als Carbonat wiedergewonnen und durch Glühen und Löschen mit Wasser in Strontianhydrat zurück verwandelt.

Das erste durch die geschilderte Fabrikation bedingte, auf die Gesundheit nachteilig einwirkende Moment ist die bei einer grossen Zahl der einzelnen Verrichtungen fortwährend herrschende Hitze.[1]) Sie kommt besonders zur Wirkung bei der Verdampfuug des Dünnsaftes, bei dem Verkochen des Dicksaftes im Vakuum, bei der Verarbeitung der Füllmasse auf Konsumzucker und der Konsumzuckerarbeit in den Raffinerieen. Namentlich letztere Arbeit ist in dieser Beziehung von der nachteiligsten Wirkung. In den Füllstuben erfordert es der Fabrikationsprozess, dass eine andauernde Temperatur von gegen 40° C erhalten wird. Eine noch höhere Lufttemperatur herrscht in den Trockenstuben. Sehr grossen Hitzegraden sind die Arbeiter bei dem Osmoseverfahren ausgesetzt, da hier die Flüssigkeiten einen Wärmegrad von 80—90° C haben müssen. Dem schädlichen Einfluss dieser Temperaturen dadurch entgegenzuarbeiten, dass man die Wärmequellen herabsetzt, ist nicht möglich, weil sie durch den Betrieb bedingt werden. Man muss hier vielmehr sein Augenmerk auf die Körperkonstitution der Arbeiter richten und durch Versuche feststellen, wie der einzelne die hohen Temperaturgrade verträgt. Hiernach wird man diejenigen auswählen, welche die Arbeit auf den heissesten Posten aushalten, ohne dass gleich tiefer eingreifende Benachteiligungen der Gesundheit eintreten. Es gilt als ein Erfahrungssatz, dass man keinen

[1]) Vergl. Rother a. a. O. S. 552.

Arbeiter in den heissen Räumen der Zuckerfabriken beschäftigen soll, der eine trockene Haut besitzt und keine Neigung zum Schwitzen zeigt. Immer aber ist der Standpunkt festzuhalten, dass man denselben Arbeiter nie dauernd an demselben Platze beschäftigt. Eine thunlichste Herabsetzung der Arbeitszeit für den Einzelnen ist hier ebenfalls vom Standpunkte der Hygiene dringend zu fordern. Ferner ist bei den Arbeiten auf den heissen Stationen dem Genuss des Branntweins so viel als möglich entgegenzuwirken.

Am verhängnisvollsten zeigt sich die Einwirkung hoher Temperaturen da, wo dieselben gleichzeitig mit schroffem Übergange zu sehr niedrigen verbunden ist. Dies ist z. B. bei dem Strontianverfahren in der Melasseverarbeitung der Fall. Denn während der Zusatz des Ätzstrontians zu der Melasse in kochend heissem Zustande erfolgt und demgemäss in dem Raume, in welchem diese Mischung vorgenommen wird, eine hohe Temperatur herrscht, muss das Gemisch so schnell wie möglich in Räume transportiert werden, deren Temperatur sich nur wenig über 0^{0} erhebt, weil die Zersetzung des Strontiansaccharats nur in der Kälte vor sich geht. Damit nun aber wenigstens die Arbeiter nach Beendigung der Schicht einigermaassen den durch den plötzlichen Übergang aus einer hohen in eine niedrige Temperatur bedingten Schädlichkeiten entzogen werden, sind gerade hier in unmittelbarer Verbindung mit den Arbeitsräumen stehende Räume am Platze, in welchen sich die Arbeiter abkühlen und umkleiden, bezw. von welchen sie, nachdem sie sich abgekühlt haben, zu den Baderäumen gelangen können. Von grosser Wichtigkeit ist gerade in diesen Betrieben endlich auch aus denselben Gründen die zweckmässige Anordnung der Aborte, die von den Arbeitsräumen aus erreichbar sein müssen, ohne dass der Arbeiter sich erst den Unbilden der Witterung auszusetzen braucht.

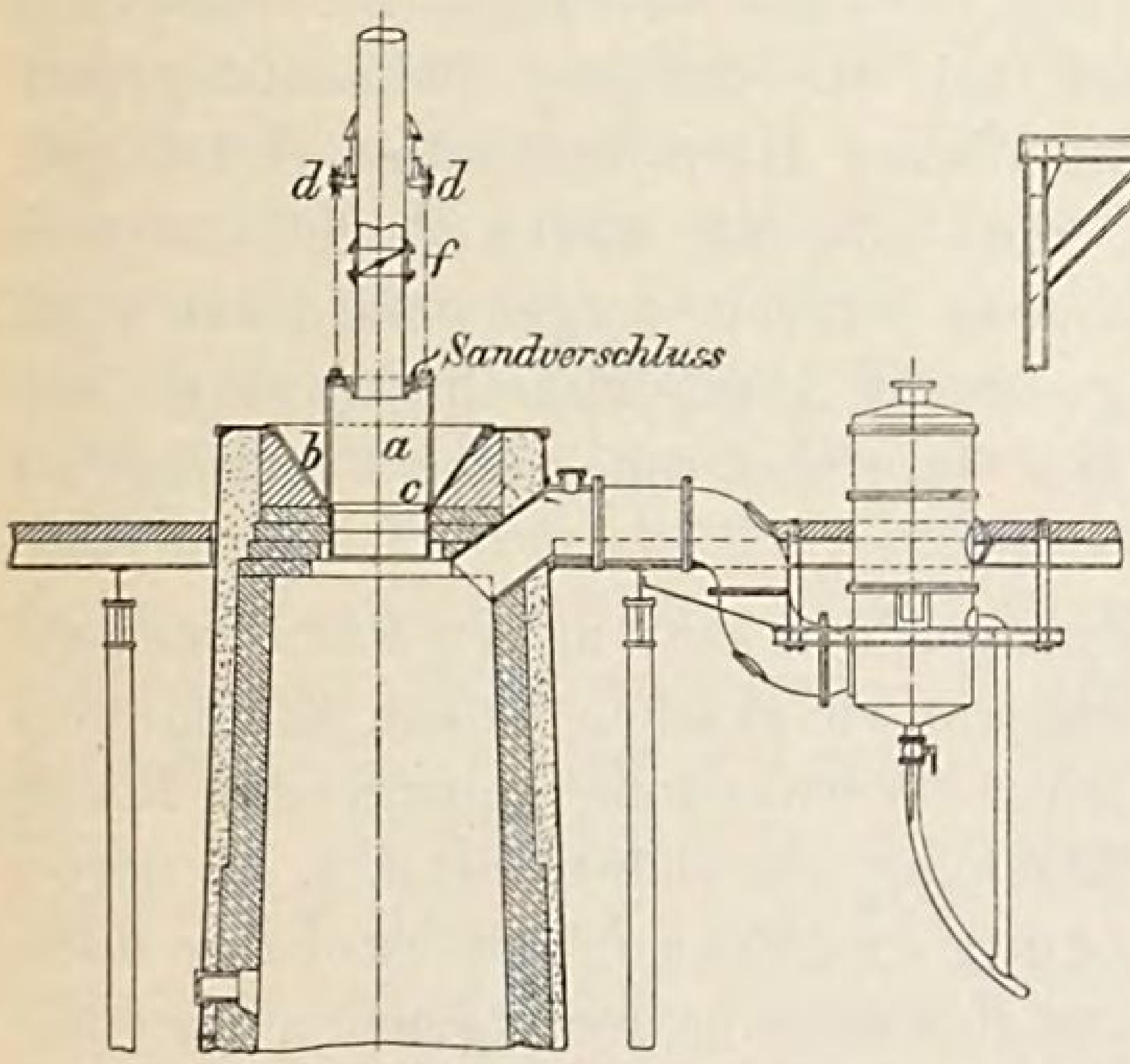
Von den durch den Betrieb bedingten Schädlichkeiten haben wir uns in zweiter Linie mit den Wirkungen einer Reihe von Gasen zu beschäftigen, die bei den verschiedenen Phasen der Fabrikation in Erscheinung treten. Rother[1]) legt, im Gegensatz zu verschiedenen anderen Autoren[2]), besonderes Gewicht auf die Einwirkung von Ammoniak, das sich in verschiedenen Stadien der Zuckergewinnung entwickelt. Es ist dies der Fall einmal bei der Scheidung des Rübensaftes und dann in noch höherem Grade bei der Verarbeitung der Melasse, bei welchen Operationen durch die Zersetzung der in dem Zuckerrest, bezw. der Melasse enthaltenen organischen und unorganischen Substanzen durch den Kalk

[1]) a. a. O. S. 555.

[2]) Vergl. z. B. Rubner, Lehrbuch der Hygiene, S. 807.

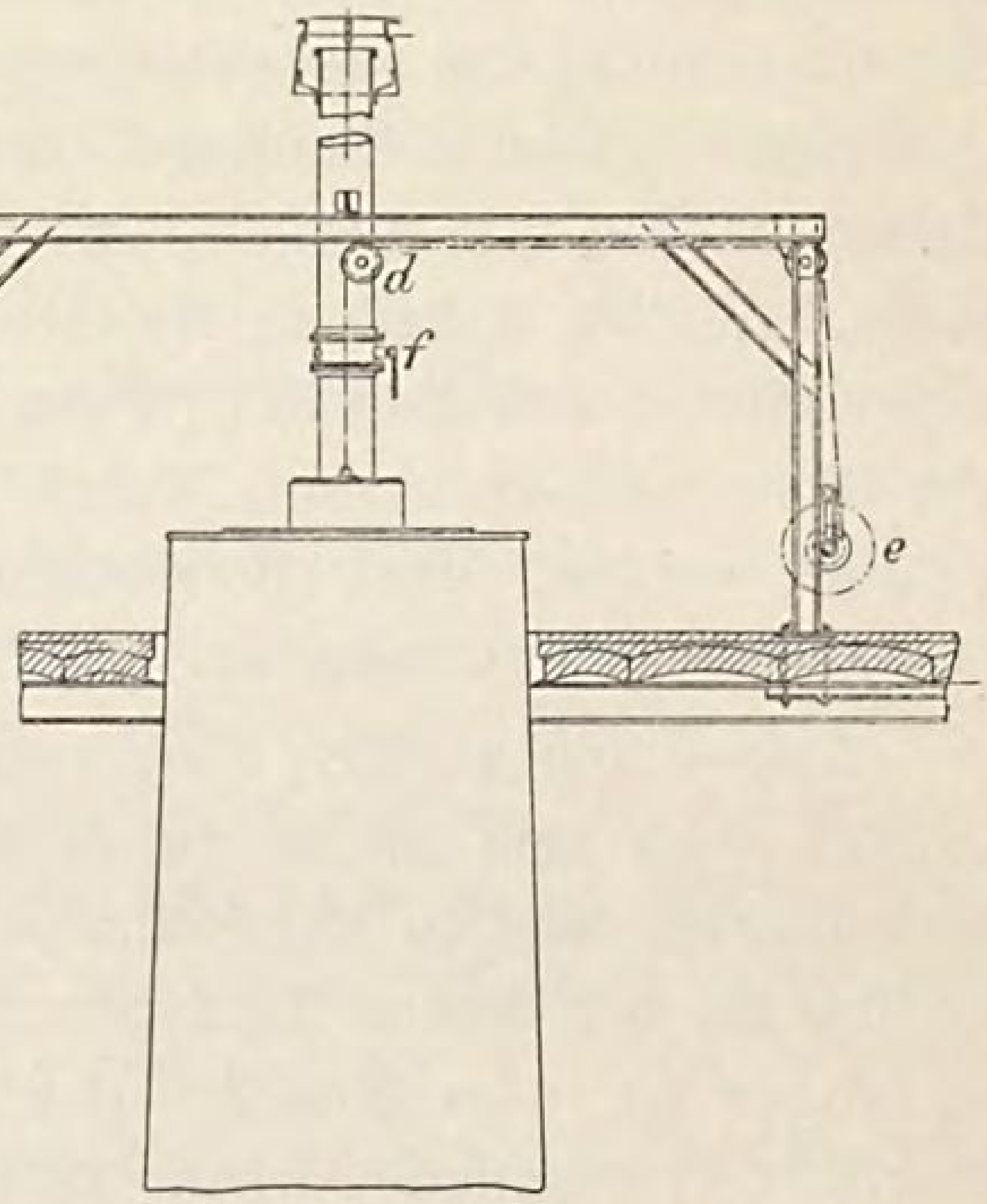
Ammoniak gebildet wird. Einen weiteren schädlichen Einfluss kann die bei der Entkalkung des Saftes verwandte Kohlensäure haben, wenn die Operation nicht in geschlossenen Gefässen vorgenommen, nicht für genügende Reinigung des Gases gesorgt und kein ordentlicher Abzug der Gase von den Saturationsräumen in die Wege geleitet wird. Es ist vorgekommen, dass durch mangelhaften Abschluss der Zuleitung sich am Boden der Scheidepfannen Kohlensäure in Mengen abgelagert hatte und dass die Arbeiter, die zum Zweck der Reinigung der Pfannen in dieselben eingestiegen waren, der direkten Erstickungsgefahr ausgesetzt waren. Auch beim Betriebe der Kalköfen kommt der etwaige schädliche

Fig. 749.



Schnitt.

Fig. 750.



Seitenansicht.

Gichtverschluss für Kalköfen.

Einfluss der Kohlensäure in Betracht, aus welchen sehr häufig überschüssige Kohlensäure ausströmt, wenn die Öfen mit frischem Material beschickt werden. Bei normalem Betriebe strömen zwar die Gase nicht in solchen Mengen aus, dass sie den Arbeitern gefährlich werden könnten; dies ist aber dann der Fall, wenn bei irgend welchen Störungen im Betriebe die Kohlensäurepumpe, welche das Gas von den Öfen abfängt, still gestellt wird. Die Gefahr sucht man durch besonders konstruierte Gichtverschlüsse zu beseitigen. Eine derartige Konstruktion, die sich in Zuckerfabriken des Regierungsbezirks Danzig bewährt hat[1]), ist in Fig. 749 und 750 abgebildet.

[1]) Zeitschrift der Zentralstelle für Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen 1895, No. 9.

Die gusseiserne Glocke a ist bei c konisch in den Einfülltrichter b eingeschliffen und schliesst daher die Einfüllöffnung vollkommen ab. Der Deckel der Glocke ist lose in dem Rande des Abzugsrohres aufgehängt; die Dichtung wird an dieser Stelle durch einen Sandverschluss bewirkt. Nachdem nun Koks und Kalksteine in den Trichter um die Glocke herum aufgeschüttet sind, wird letztere mittels der Rollen d d und der Aufzugswinde e (Fig. 750) gehoben, so dass das Material in den Ofen hineinstürzt, worauf die Glocke wieder herabgelassen wird. Die die Winde bedienenden Leute stehen dabei einige Meter von der Öffnung entfernt, so dass sie durch Einatmen von Kohlensäure nicht geschädigt werden können. Die Drosselklappe f dient dazu, die Kohlensäure bei einer Betriebsstörung ins Freie entweichen zu lassen.

Weit gefährlicher als die an sich ungiftige Kohlensäure sind die bei der Wiederbelebung der Knochenkohle sich entwickelnden Gase, die ein Gemisch von Gasen des Fäulnis- und Gärungsprozesses sind und im allgemeinen aus Kohlenwasserstoffen, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium unter Beimengung von Buttersäure und Baldriansäure bestehen. Diesem Gemenge treten bei der weiteren Behandlung der Knochenkohle mit salzsäurehaltigem Wasser dann noch salzsaure Dämpfe hinzu. Es ist daher zu fordern, dass alle mit diesen Schädlichkeiten verbundenen Arbeiten in gut ventilierten Räumen vorgenommen und dass die Gase möglichst auch durch geeignete Absaugungseinrichtungen abgeführt werden. Die übelriechenden Gase sind unter eine Feuerung zu führen und zu verbrennen.

Ausser den gasigen Verunreinigungen der Luft in den Fabrikräumen kommt noch eine solche durch den, wie wir gesehen haben, in den verschiedensten Stadien der Fabrikation zur Verwendung gelangenden Kalk zu Stande, bei dessen Transport, Löschung, Zerkleinerung u. s. w. Sorge zu tragen ist, dass eine Staubbildung und Staubentwickelung nach Möglichkeit vermieden wird. Es lässt sich dies nur durch genau arbeitende Exhaustoranlagen bis zu einem gewissen Grade erreichen.

Von dem Gesichtspunkte der Staubgefahr sind namentlich auch die verschiedenen Verfahren der Melasseverarbeitung zu beurteilen, wenn wir dieselben auf ihre Bedeutung vom Standpunkte der Hygiene mit einander vergleichen wollen. Das Scheibler-Seyfferth'sche und das Manouri'sche Elutionsverfahren und das Steffens'sche Ausscheidungsverfahren verhalten sich in dieser Beziehung, wie aus der obenstehenden Beschreibung hervorgeht, am ungünstigsten. Bei dem Eisfeldt'schen Verfahren vermindert sich die Gefahr, weil der Melassekalk in einer Form auftritt, bei deren weiterer Verarbeitung jede Staubentwickelung vermieden wird. Am günstigsten steht in dieser Beziehung das Dreverman-Soestmann'sche Elutionsverfahren und das Steffens'sche Substitutionsverfahren da, weil hier jede Staubbelästigung durch die Zuckerbase fortfällt. Beim Strontianverfahren ist das Ätzstrontian beim Ausziehen desselben

aus dem Kalzinierofen im hohen Grade schädlich für die Atmungswerkzeuge und die Augen der Arbeiter; ferner sind hier die letzteren gegen die stark ätzenden Eigenschaften des etwa umherspritzenden Strontians durch Schutzbrillen zu schützen.

Endlich ist hier noch einer eigentlich spezifischen Krankheit der Zuckerarbeiter Erwähnung zu thun, der sogenannten Zuckerkrätze (vgl. Abschn. I, S. 127). Als das geeignete Mittel, diese Hauterkrankung fernzuhalten, dürfte die peinlichste Sauberkeit und der häufige Gebrauch der Bäder zu empfehlen sein.

Bei dem ausserordentlich grossen Wasserbedarf, welchen die Zuckerfabriken haben, bildet die Reinigung und Unschädlichmachung ihrer Abwässer eine der schwierigsten, aber gleichzeitig vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheitspflege wichtigsten Aufgaben. Die in diesen Abwässern vorkommenden Verunreinigungen sind teils organischer, teils anorganischer Natur[1]). Die von der Rübenwäsche kommenden Wässer enthalten viel erdige Bestandteile mit geringen Mengen organischer Substanzen. Die von der Saftgewinnung, Knochenkohlenhaus und Reinigung stammenden Wässer enthalten neben löslichen anorganischen Salzen (Kalisalzen, Phosphaten, Sulphaten, Kalksalzen) sehr viele schleimige organische Stoffe, Eiweisskörper, ferner auch organisierte Fermente, Spross-, Spaltpilze, Algen u. s. w. Infolge dieses Gehaltes an für die Fäulnis- und Zersetzungserreger günstigen Nährstoffen ist das Wasser ausserordentlich leicht der faulen Gärung und Zersetzung unterworfen. Trotzdem zur Reinigung dieser Abwässer unzählige Methoden angegeben sind, wird doch eine ideale Lösung der Aufgabe bis jetzt durch keine derselben erreicht. Ein Blick in die Jahrgänge der Berichte der Fabrikaufsichtsbeamten reicht hin, um ein Bild von den Schwierigkeiten zu gewinnen, mit denen die Behörden hier fortdauernd zu kämpfen haben. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, auf die einzelnen Verfahren zur Reinigung der Abwässer der Zuckerfabriken einzugehen. Wir müssen uns mit dem Hinweis auf die einschlägige Litteratur begnügen[2]). Es ist schwierig, die verschiedenen Methoden nach ihrem Werte abzuschätzen. Überall wird den lokalen Verhältnissen in weitgehendem Maasse Rechnung getragen werden müssen. Die Mehrzahl der sachverständigen Beurteiler neigt dazu, die Berieselung für das beste Reinigungsverfahren zu halten. Heinzerling hält für den Fall, dass die Abwässer mit mindestens der zehn- bis zwanzigfachen Menge Flusswasser gemischt werden können, die einfache Präzipitation mit Kalk und die nachherige

[1]) Vergl. Heinzerling a. a. O. Bd. II, S. 13.

[2]) J. König, Verunreinigung der Gewässer, S. 246. Berlin 1887. — Heinzerling a. a. O. Bd. II, S. 12.

Einleitung in den Fluss für hinreichend. Nach ihm muss bei der Prüfung, ob ein derartiges Wasser in die Flussläufe eingelassen werden kann, als das wichtigste Moment angesehen werden, ob dasselbe frei von suspendierten organischen Stoffen ist. Zu weit würde man in den Anforderungen gehen, wenn man verlangte, dass aus den Abwässern auch alle gelösten organischen Stoffe entfernt werden sollen; dies dürfte durch keine der bekannten Methoden vollständig gelingen.

B. Genussmittel.

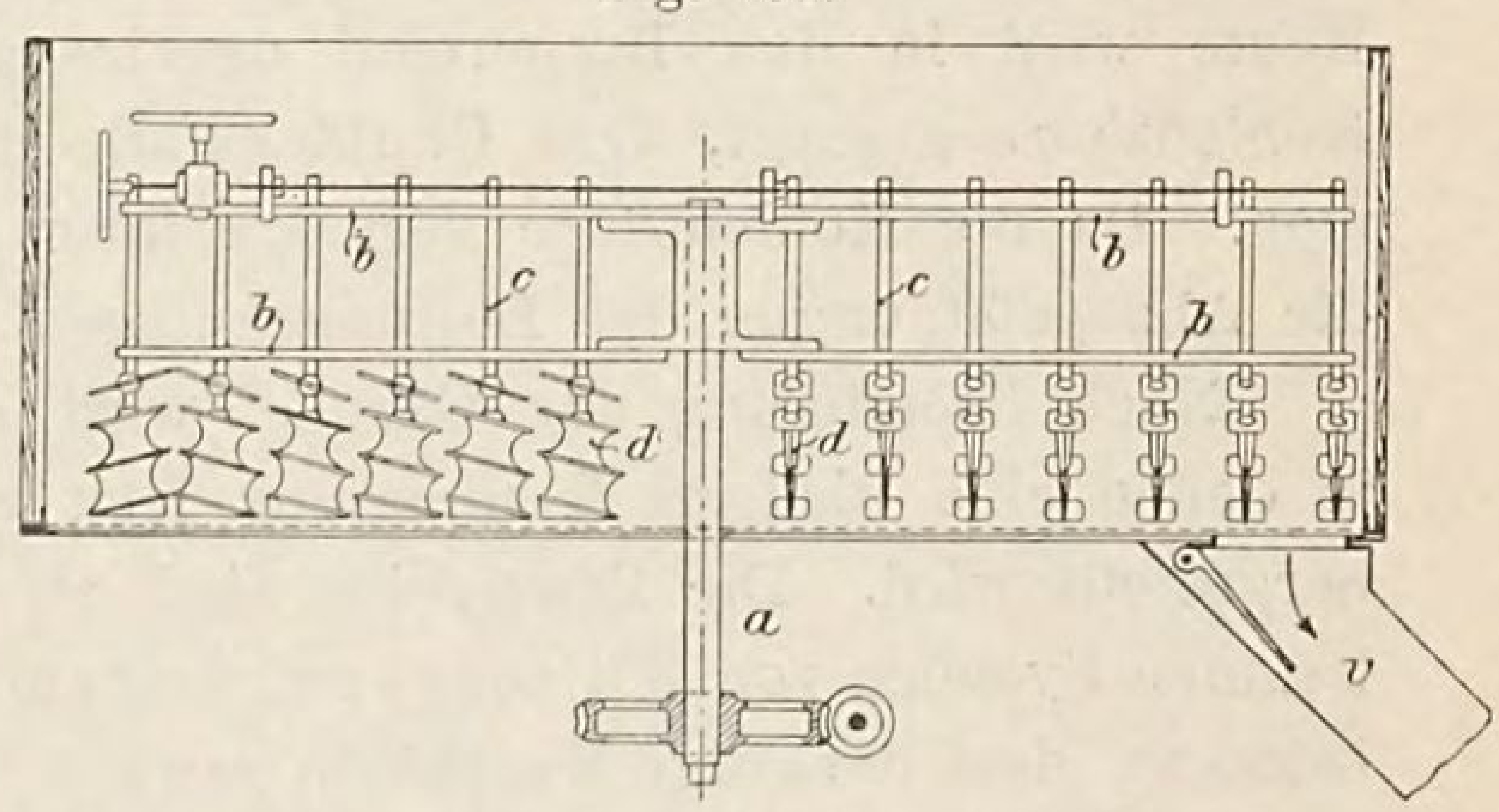
Bierbrauerei[1]). Die Bereitung des Bieres erfordert drei Hauptoperationen: das Maischen oder die Bereitung der Bierwürze, die Gärung der Würze und die Aufbewahrung und Pflege des Bieres. Wir können hier nicht im einzelnen auf das dabei innegehaltene Verfahren eingehen und müssen uns darauf beschränken, diejenigen Teile des Fabrikationsprozesses kurz zu beschreiben, die ein sanitäres Interesse bieten. Das Malz wird zunächst geschroten, was bei den heute allgemein üblichen Methoden zu keinerlei gesundheitlichen Bedenken Anlass giebt. Dann folgt das eigentliche Maischen, d. h. das Ausziehen des Malzschrotes mit Wasser zum Zweck der Überführung des Stärkemehls in Dextrin und Zucker. Um eine möglichst innige Mischung des Malzes mit dem Wasser zu erreichen, werden jetzt allgemein mechanische Rührwerke und ähnliche Vorrichtungen angewandt. Das sollte Veranlassung geben, die Maischbottiche, ebenso wie die übrigen mit diesen zusammen in dem Sudhause der Brauerei untergebrachten Gefässe (Läuterbottiche, Braupfanne) mit dicht schliessenden Deckeln zu versehen. Dadurch wird erreicht, dass dieser Raum von dem heissen Wrasen frei gehalten wird, der nicht nur ein vom sanitären Standpunkt zu beanstandendes Moment darstellt, sondern auch infolge seiner Undurchsichtigkeit die häufige Ursache zu Fehltritten und dadurch bedingten Unfällen abgiebt. In gut eingerichteten Brauereien findet man nicht nur die Pfannen, sondern auch die Maischbottiche und Läuterbottiche mit eisernen Hauben versehen, die durch Hebevorrichtungen mit Gegengewichten angehoben werden können. Dieselben haben dann hinreichend grosse Einsteigeöffnungen mit leicht beweglichen Schiebethüren.

[1]) Herr W. Goslich, Vorsteher der bau- und maschinentechnischen Abteilung der Versuchs- und Lehrbrauerei in Berlin, hat die Güte gehabt, die Kapitel „Bierbrauerei“ und „Mälzerei“ vor dem Druck einer Durcharbeitung zu unterziehen.

Die Läuterbottiche dienen dazu, die Würze von den aus den Hülsen und anderen unlöslichen Bestandteilen bestehenden Trebern zu trennen. Es sind dies weite, flache Behälter mit einem feindurchlöcherten Seihboden dicht über dem Boden, auf dem sich die Treber ablagern. Nach einiger Zeit öffnet man die Abflusshähne, und es filtriert alsdann der flüssige Teil, die Würze, durch die Treber hindurch, und diese halten dabei die feinen Teile zurück. Da die zurückbleibenden Treber noch mit Würze durchtränkt sind, werden dieselben gewaschen. Dies geschieht, indem man mittels eines in horizontaler Richtung drehbaren, fein durchlöcherten Rohres einen Sprühregen von heissem Wasser darüber verbreitet, wobei die festgelagerten Treber durch eine sogenannte Aufhackmaschine aufgelockert werden. Die Treber müssen nach Beendigung des Läuterungsprozesses aus dem Bottich entfernt werden. Die Betriebsbedingungen mancher Brauereien bringen es mit sich, dass dies sehr kurze Zeit nach dem Abläutern geschehen muss, und die betreffenden Arbeiter sind gezwungen, in das mit den heissen Trebern gefüllte Gefäss einzusteigen. Diese schwer zu beanstandende Verrichtung wird vermieden durch die Anbringung mechanischer Vorrichtungen wie die in Fig. 751 abgebildete selbstthätige Austrebermaschine von F. A. Hartmann & Co. in Offenbach a. M.

Die Vorrichtung erfüllt den doppelten Zweck, die Treber aufzulockern und dieselben aus dem Bottich herauszubefördern. Das Aufhackwerk besteht aus einer in der Mittelachse des Läuterbottichs angeordneten vertikalen Welle a mit zwei in bestimmtem Abstand fest mit einander verbundenen, horizontal und parallel übereinander liegenden Tragarmen bb, in welchen ein System auf vertikalen Stielen cc steckender Schaufeln dd sowohl drehbar als auch in der Höhenrichtung verstellbar angeordnet ist. Jede Schaufel besteht aus einer vertikalen, an den vertikalen Seitenkanten in Schneiden auslaufenden Platte mit zwei, drei oder mehr beiderseits angeordneten, gegen die Horizontale geneigten Stegen. Die auf der einen Seite der Welle a liegenden Schaufeln sind derart gegen die auf der anderen Seite der Welle liegenden versetzt, dass der zwischen zwei nebeneinander liegenden Schaufeln bestehende Zwischenraum durch die entsprechende Schaufel der anderen Seite gedeckt ist und somit beim Umlaufen der Tragarme der ganze Boden des Bottichs durch das Schaufelsystem bestrichen wird. Vor Beginn der Aufhackarbeit werden die Schaufeln durch einen entsprechenden

Fig. 751.



Querschnitt durch den Läuterbottich.

Austrebermaschine von F. A. Hartmann & Co. in Offenbach a. M.

Mechanismus quer zu den Tragarmen (rechte Seite der Zeichnung) und in die höchste Lage gebracht. Während der Thätigkeit werden sie allmählich heruntergelassen, und es erfolgt hierbei durch die Schaufeln mit ihren geneigten Seitenstegen eine vollkommene Auflockerung der Trebermassen. Zum Zweck des Austreberns werden die Schaufeln so um ihren Stiel gedreht, dass sie die Treber allmählich nach dem nahe der Peripherie des Bottichs im Boden befindlichen Austreberloch v hinschieben (linke Seite der Zeichnung).

Auf den Läuterungsprozess folgt das Kochen der Würze. Das Kochen hat den Zweck, die Würze zu konzentrieren, den Hopfen, der nun hinzugefügt wird, zu extrahieren, einen Teil der in der Würze enthaltenen unveränderten Eiweisskörper, welche die Haltbarkeit des Bieres beeinträchtigen würden, zu koagulieren und durch die in dem Hopfen enthaltene Gerbsäure zu fällen. Das Kochen geschieht in den Braupfannen, mit einer Haube versehenen, geschlossenen Gefässen mit Abzügen für den Wrasen, die für das Bedienungspersonal keine Gesundheitsgefahren bedingen. Die gekochte Würze, die siedend heiss aus der Pfanne kommt, wird auf dem Kühlschiff oder durch Kühlapparate rasch auf einen niedrigen Temperaturgrad gebracht. Dabei wird zur Beförderung der Abkühlung für Ableitung des Wasserdampfes und Zuführung frischer Luft schon im Interesse des Betriebes hinreichend gesorgt. Dann wird durch Zusatz von Hefe die Gärung der Würze eingeleitet. Dieser Prozess bewirkt die teilweise Zerlegung des in der Würze enthaltenen Zuckers in Alkohol und Kohlensäure. Früher gehörte es nicht zu den Seltenheiten, dass sich in den Gärräumen eine Kohlensäureatmosphäre bildete, die den in dem Raum Beschäftigten unter Umständen gefährlich werden konnte. Heute wird in den Brauereien durchweg so gut für den Abzug der Kohlensäure gesorgt, dass Unglücksfälle dieser Art kaum noch vorkommen. Da die Kohlensäure vermöge ihrer Schwere zu Boden fällt, sind die Abzugsöffnungen der Lüftungsanlagen am Boden anzubringen.

Nach Beendigung der Gärung wird das Bier in Räumen gelagert, in denen eine niedrige Temperatur jetzt vielfach auf künstlichem Wege hergestellt wird. Die Brauereien sind zu dem Ende mit einem der bekannten Systeme von Kälteerzeugungsmaschinen ausgerüstet. Es ist bekannt, dass derartige Maschinen gewisse Gefahren für die dieselben bedienenden Arbeiter bedingen können, indem einmal durch Undichtigkeiten in den Leitungen allmählich ein grösseres Quantum der benutzten Gase (Ammoniak, schweflige Säure, Kohlensäure) in den Raum gelangen, andererseits durch Rohrbruch eine plötzliche Erfüllung des Raumes mit solchen erfolgen kann. Es ist deshalb eine sorgfältige Überwachung dieser Maschinen durchaus geboten. Bei den Ammoniak- und Schwefligsäure-Maschinen ist dieselbe dadurch erleichtert, dass das Austreten geringster Mengen der betreffenden Gase sich durch den Geruch

kenntlich macht. Die Kohlensäure ist geruchlos, sinkt aber sofort zu Boden und ist deshalb weniger gefährlich. Für den Fall, dass in der That einmal die Verunglückung eines Menschen auf diese Weise herbeigeführt wird, sind Respirationsapparate bereit zu halten, die es ermöglichen, dem Verunglückten Hilfe zu bringen (vergl. Abschn. VII, S. 503). Die Unfallverhütungsvorschriften der Brauerei- und Mälzerei-Berufsgenossenschaft schreiben die Bereithaltung solcher Apparate vor. Es sind auch elektrische Alarmapparate erfunden, welche das Vorhandensein erheblicherer Mengen Kohlensäure in einem Raum durch ein Glockensignal ankünden[1]), doch scheinen dieselben in der Praxis keine Verbreitung gefunden zu haben.

Neben den mancherlei Schädlichkeiten, welche der Brauereibetrieb für die in demselben Beschäftigten bedingt, wozu in zweiter Linie noch eine ganze Reihe von Unfallgefahren hinzukommen, ist endlich noch auf einen Umstand hinzuweisen, der die Gefahren dieser Beschäftigungsart noch wesentlich erhöht, d. i. der excessive Biergenuss, dem die meisten Arbeiter in den Brauereien ergeben sind. Es ist eine alte Sitte, oder vielmehr Unsitte, dass nach dem Grundsatz: „Du sollst dem Ochsen, der da drischt, das Maul nicht verbinden!“ den Brauereiarbeitern gestattet wird, so viel Bier zu trinken, wie sie mögen. Die Fälle sind ausserordentlich häufig, dass dieser Brauch zu unglaublichen Missbräuchen geführt hat. Brauergesellen, die täglich regelmässig ihre 10 Liter Bier konsumieren, sind durchaus beglaubigte Erscheinungen. Auf die Folgen solchen Alkoholmissbrauchs für die Gesundheit brauchen wir nicht einzugehen. Es ist daher dringend zu wünschen, dass diese Erscheinung nach Möglichkeit eingeschränkt werde. In gut geleiteten Brauereien wird der Bierkonsum zweckmässig unter Kontrolle gestellt und nur ein beschränktes Quantum gestattet. Immerhin pflegen die Grenzen, die nach dieser Richtung gezogen werden, noch recht weite zu sein (bis 5 l Schultheissbrauerei Aktiengesellschaft, 3—6 l Bürgerliches Brauhaus in Pilsen). Man hat auch versucht, den Biergenuss dadurch einzuschränken, dass man die den Arbeitern zugebilligten Biermarken für andere Getränke (Kaffee) oder Speisen in Zahlung nimmt. Hier liegt indessen noch ein grosser Übelstand vor, dem gegenüber alle bisherigen Bestrebungen, eine Besserung herbeizuführen, vergebens gewesen sind.

Zu erwähnen ist hier noch, dass die Abwässer der Brauereien zu unangenehmen Belästigungen der Nachbarschaft Veranlassung geben können[2]). Besonders sind es die Spülwässer, welche bei kurzem Stehen

[1]) Bericht über die Deutsche allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung II. Bd., 2. Hälfte, S. 101.

[2]) Vergl. Heinzerling a. a. O. Bd. II, S. 124.

in saure Gärung übergehen, da sie Bierreste, verdünnte Würze und Hefereste enthalten. Ferner sind es die Weichwässer der Mälzerei, welche Eiweisskörper und Stärkemehl enthalten und in frischem Zustande als Viehfutter dienen können, aber beim Aufbewahren rasch in Gärung übergehen. Für die Reinigung dieser Abwässer bedient man sich im allgemeinen derselben Methoden wie zur Reinigung der Abwässer der Zuckerindustrie. Ist genug Land vorhanden, so können die Wässer durch Berieselung gereinigt werden; ist dies nicht der Fall, so wird eine ausreichende Reinigung durch Präzipitation mit Kalk und nachfolgende Filtration zu erzielen sein.

Von den übrigen Abfallprodukten der Brauerei ist zunächst die Hefe zu nennen, die, wenn sie von obergärigem Bier herstammt, von Bäckereien und Branntweinbrennereien gekauft wird. Die Hefe von untergärigem Bier hat geringeren Wert und wird am besten, ebenso wie die in den Lagerfässern zurückbleibende Fasshefe, zu Düngezwecken verwandt, und zwar in der Weise, dass man sie mit Erde vermischt und daraus Komposthaufen formt. Die Treber werden, wenn hinreichender Absatz dafür vorhanden ist, am besten frisch verfüttert, andernfalls werden sie nach irgend einer der bekannten Methoden getrocknet und bilden dann ein haltbares, sehr nahrhaftes Futtermittel[1]).

Mälzerei. Die Malzbereitung wird als Nebenbetrieb der Bierbrauerei, vielfach heute jedoch auch in besonderen Malzbereitungsanstalten betrieben.

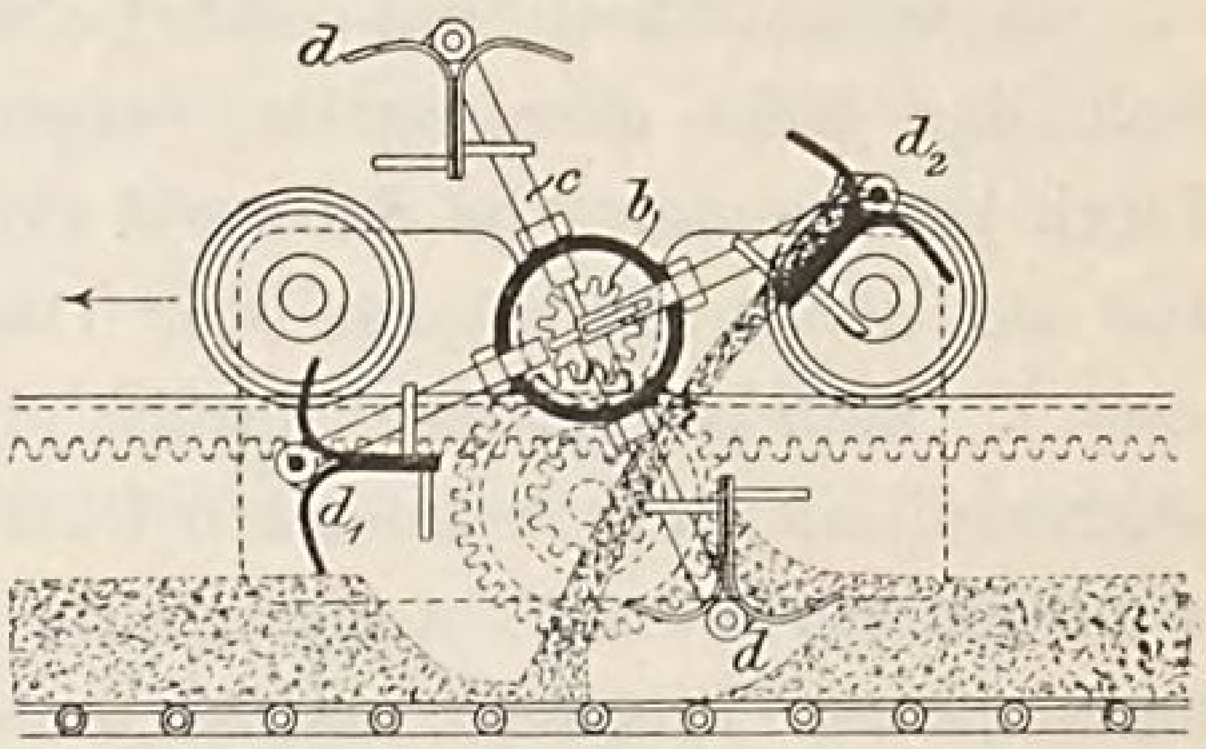
Durch das Mälzen soll die in der Gerste enthaltene unlösliche Stärke in lösliche Formen übergeführt werden; dies geschieht durch Diastase, die sich im Keimling beim Wachstum entwickelt. Die Gerste wird zu dem Zweck in Quellbottichen eingeweicht, wodurch neben der Entfernung der tauben Körner ein Aufquellen der Stärke erreicht wird. Die geweichte Gerste wird auf der Malztenne zuerst in hohen, dann in flachen Haufen aufgeschüttet und während der Wachsdauer zeitweise umgeschaufelt. Dieses Umschaufeln hat den Zweck, die beim Wachsen entstehende Wärme und Kohlensäure aus den Haufen zu beseitigen. Der Keimungsprozess wird in einem bestimmten Stadium unterbrochen und das sogenannte Grünmalz entweder auf einem luftigen Bodenraum — Schwelkboden — vorgetrocknet oder gleich auf einer Darrhorde vollständig getrocknet und nach dem Trocknen gedarrt, wobei je nach dem Charakter des Bieres, welches aus dem Malz gemacht werden soll, Temperaturen zwischen 50 und 110° C angewendet werden. Die Malzdarren sind turmartige Gebäude mit mehreren Stockwerken übereinander, von denen das unterste zur Erwärmung der Luft dient; die beiden darüber liegenden bilden die Horden, auf denen das Grünmalz ausgebreitet wird. Die Horden bestehen aus Drahtgeflecht oder aus gelochten Blechen, die von eisernen Trägern unterstützt sind. Die Zwischenräume zwischen dem Drahtgeflecht oder die Löcher in den Blechen sind so klein, dass die Malzkörner nicht durchfallen können, während die heisse Luft durch die freien Fugen und durch das Malz aufwärts steigen

[1]) Heinzerling a. a. O. S. 127.

kann. Das Grünmalz wird auf die oberste Horde aufgebracht und wird nach dem vollständigen Trocknen auf die untere Horde zum Darren gestossen. Auf beiden Horden muss das Gut ausgebreitet, von Zeit zu Zeit umgeschaufelt und wieder ausgebracht werden. Das fertige Darrmalz kommt in die Malzputzmaschine, welche die trockenen Malzkeime abbricht und absiebt.

Von den verschiedenen hier schematisch geschilderten Vorgängen ist das Einquellen der Gerste, das Umwenden des feuchten Grünmalzes auf der Tenne mit besonderen Gesundheitsschädigungen für die damit beschäftigten Arbeiter nicht verbunden. Dagegen gehört die Arbeit in den Malzdarren zu den entschieden ungesunden, da sie auf der unteren Horde bei hoher Temperatur (vergl. Abschn. I, S. 131) in einer staubigen Atmosphäre, auf der oberen Horde in einer mit Wasserdampf erfüllten Luft vorgenommen werden muss und es mit sich bringt, dass die Arbeiter bei dem unvermeidlichen, wiederholten Verlassen und Wiederbetreten des Raumes der Einwirkung grosser Temperaturunterschiede ausgesetzt sind. Das Einbringen des Grünmalzes und die Ausbreitung desselben auf der obersten Horde erfolgt bei einer mässigen Temperatur und ist ohne Gefahr. Dagegen hat das Umschaufeln unter immer mehr ansteigender Temperatur zu geschehen, die, wie oben bemerkt, zuletzt oft bis über die Siedetemperatur des Wassers steigt. Die Erwärmung der Luft geschieht in Deutschland fast allgemein in Öfen, aus denen die Rauchgase in einen Schornstein abgeführt werden. In England und Amerika fast allgemein, in Deutschland dagegen nur in wenigen Mälzereien, namentlich in solchen, die für den Export arbeiten, wird die Darrluft durch offene Koksfeuer erzeugt (sogen. Rauchdarren) und ziehen die Verbrennungsgase direkt durch das Malz und durch die Räume, in denen die Arbeiter sich aufhalten müssen. Die Heizgase der offenen Koksfeuerung enthalten schweflige Säure, deren Menge wohl auch noch durch Verbrennen von Schwefel auf den Koks erhöht wird. Es wird darauf hinzuwirken sein, dass diese höchst gesundheitsschädliche Arbeit, namentlich bei den Rauchdarren, durch mechanische Vorrichtungen ersetzt wird, wie sie bereits in zahlreichen grösseren Betrieben eingeführt sind. In der Versuchs- und Lehrbrauerei in Berlin[1]) ist zu

Fig. 752.



Querschnitt.

Selbstthätiger Malzwender von J. D. Weinig & Sohn in Hanau.

[1]) W. Goslich, Beschreibung und Abbildungen der Versuchs- und Lehrbrauerei in Berlin. Berlin 1894.

diesem Behuf der in Fig. 752 (S. 999) abgebildete, von J. D. Weinig & Sohn in Hanau konstruierte selbstthätige Malzwender auf beiden Darrböden in Betrieb.

Auf zwei an den Längsseiten des Darraumes angebrachten Schienen a läuft in der Pfeilrichtung ein mechanisch angetriebener Wagen, dessen Seitenteile durch eine hohle Welle b verbunden sind. Diese Welle trägt ein System von Armkreuzen c, an deren Enden durch die ganze Breite des Darrraumes gehende Schaufeln dd drehbar befestigt sind, die in der Stellung d_1 das am Boden ausgebreitete Malz aufschaufeln, mit in die Höhe nehmen und, wenn sie in der Lage d_2 angelangt sind, wieder fallen lassen. Auf diese Weise wird das Malz gründlich umgewandt und locker wieder auf die Darre geschüttet, ohne dass ein Arbeiter den Darrraum zu betreten braucht.

Solche selbstthätige Wendeapparate werden auch von F. Ergang in Magdeburg und Franz Hochmuth in Dresden geliefert.

Bevor die Arbeiter den Darrraum behufs Entleerung des Darrbodens betreten, wird durch Öffnung der Thüren eine kräftige Lüftung des Raumes bewirkt. Immerhin herrscht aber noch eine sehr hohe Temperatur in demselben, welche die Arbeiter zwingt, sich durch Vorbinden von nassen Tüchern vor Mund und Nase vor der Einatmung der heissen Luft zu schützen. Es ist ferner darauf zu halten, dass der jeweilige Aufenthalt in der schädlichen Temperatur höchstens zehn Minuten dauert. Leider ist es bis jetzt nicht gelungen, ein praktisch brauchbares Verfahren zu finden, welches auch diese Manipulation durch ein mechanisches Verfahren ersetzt. Von den zahlreichen derartigen Erfindungen, die zum Patent angemeldet sind, hat sich keine bewährt.

In böhmischen und mährischen Malzfabriken wird neuerdings vielfach das Malz geschwefelt, was dadurch bewirkt wird, dass man die durch Verbrennen von Schwefel sich entwickelnde schweflige Säure auf das auf der ersten Horde der Darre ausgebreitete Grünmalz einwirken lässt[1]). Man beabsichtigt damit, einerseits die namentlich in der wärmeren Jahreszeit in dem keimenden Haufen auf der Tenne gebildeten Schimmelpilze zu vernichten, andererseits aber — und dies ist bei den hellen, sogenannten Pilsener Malzsorten der Hauptzweck — sich die stark bleichende Wirkung der schwefligen Säure zu Nutzen zu machen. Bei der ausgesprochenen Giftigkeit der schwefligen Säure bedarf es bei diesem Verfahren natürlich ganz besonderer Vorsichtsmaassregeln, ehe den Arbeitern das Betreten des Darrraums gestattet werden darf. Die österreichische Gewerbebehörde hat für diese Fälle nachstehende Genehmigungsbedingungen für solche Anlagen aufgestellt:

„Das Verbrennen des Schwefels zum Zweck der Entwickelung der schwefligen Säure muss in einer, jede Feuersgefahr ausschliessenden Weise geschehen. Es sind dazu

[1]) Bericht der k. k. Gewerbeinspektoren über ihre Amtsthätigkeit im Jahre 1894, S. 303. Wien 1895.

entweder eigens konstruierte Öfen zu verwenden, oder das Verbrennen des Schwefels ist auf flachen gusseisernen Schalen vorzunehmen, welch letztere auf Eisenbleche von mindestens 1 qm Fläche mit aufgebörtelten Rändern in Form von Tassen zu stellen sind, damit im Falle des Umkippens oder Umwerfens der Schale sich der flüssig gewordene brennende Schwefel nicht verlaufen kann. Während der Schwefelungsprozedur dürfen die Arbeiter den von schwefligsauren Gasen erfüllten Darrraum behufs Umschlagens des Malzes nicht betreten, sowie überhaupt während dieser Zeit Niemand und unter keinem Vorwande hineintreten darf; die bezüglichen Zugänge sind versperrt zu halten.

„Ist der Schwefel verbrannt, so muss bei offenen Fenstern und Kaltluftzügen so lange ventiliert werden, bis sich die schweflige Säure vollständig verloren hat. Das Öffnen der Fenster und der Kaltluftzüge darf nur von aussen mittels eigener Verschlussvorrichtungen geschehen.

„Der Zeitpunkt, wann die Darrer behufs Umschlagens eintreten dürfen, ist durch eine vom technischen Leiter oder dessen Stellvertreter vorgenommene Probe dadurch festzustellen, dass ein mit destilliertem Wasser angefeuchtetes blaues Lakmuspapier mit Hilfe eines entsprechend langen Stabes bei halbgeöffneter Thür in den Darrraum auf einige Momente eingeführt wird, sich nicht mehr röten darf. Dieses Reagenspapier ist samt dem destillierten Wasser immer in der Nähe der Darre bereit zu halten."

Schwefeln des Hopfens. Um den getrockneten Hopfen haltbar zu machen, setzt man ihn schwefligsauren Dämpfen aus. In Nürnberg z. B. existierten nach Hirt[1]) nahe an hundert Hopfenschwefeleien, in welchen etwa vom September an den ganzen Herbst und Winter hindurch enorme Mengen Hopfen geschwefelt wurden; in den grösseren Anstalten fanden 30 bis 40 Menschen Beschäftigung, welche monatelang das schwefligsaure Gas inhalierten und den durch dasselbe bedingten Schädlichkeiten ausgesetzt waren (vergl. Abschnitt I, S. 103). Mit Rücksicht hierauf und auf den weiteren Umstand, dass die Adjazenten durch derartige Anlagen auf das empfindlichste belästigt werden, dass in den benachbarten Gärten Blumen, Bäume u. s. w. zu Grunde gehen, fordert schon Hirt, das die Hopfenschwefeleien einmal, wenn irgend thunlich, möglichst aus den Städten entfernt werden und dass zweitens im Interesse der Arbeiter sowohl, wie der Adjazenten für Ableitung der schädlichen Gase gesorgt wird.

Das Verfahren besteht kurz darin, dass der Hopfen auf rostartigen Darren ausgebreitet wird. Dann wird Schwefel in eisernen Schalen verbrannt, so dass die dabei sich entwickelnde schweflige Säure den Darrboden durchzieht. Um den oben formulierten sanitären Forderungen gerecht zu werden, ist es wesentlich, dass das Schwefeln in vollkommen luftdicht verschliessbaren Räumen vorgenommen wird und dass eine ge-

[1]) Hirt u. Merkel, Die Gewerbekrankheiten, S. 18. II. Teil, 4. Abteil. von v. Pettenkofer u. v. Ziemssen, Handbuch der Hygiene u. der Gewerbekrankheiten. Leipzig 1882.

eignete Luftabzugseinrichtung gestattet, die vorhandene schweflige Säure vollkommen aus der Schwefelkammer zu entfernen, ehe dieselbe von Arbeitern betreten wird. Um dies zu erreichen, hat der Kreisgesundheitsrat des Kreises Hagenau i. Els. folgende Genehmigungsbedingungen empfohlen:[1])

Reglement für Erbauung von Hopfenschwefeldarren, aufgestellt durch Beschluss des Kreisgesundheitsrats des Kreises Hagenau i. Els. vom 15. März 1889.

§ 1. Die Feuerungsräume sowie die Darren selbst sind in allen Teilen aus feuersicherem Material herzustellen und mit Backsteinen einzuwölben. Die Fensterrahmen haben aus feuersicherem Material zu bestehen und vollkommen luftdicht zu schliessen. Der Zugang zum Feuerungsraum hat ausserhalb des Gebäudes zu liegen.

§ 2. Zum Öffnen eingerichtete Fenster dürfen in der Hopfendarre nicht angebracht werden.

§ 3. Sämtliche Thüren der Hopfendarre müssen doppelt und vollständig aus Eisen hergestellt und so in Eisenrahmen eingehängt werden, dass sie luftdicht schliessen. Zwischen beiden Thüren muss ein Luftraum von 15 cm Breite verbleiben.

§ 4. Der Feuerungsraum, der gemauerte Heerde für Erzeugung heisser Luft (a, Fig. 754) und für Verbrennung des Schwefels (bb) in nebeneinanderliegenden Feuerstätten enthalten muss, ist durch Gewölbe abzuschliessen, welche sich trichterförmig gegen die Umfassungsmauern des Darrraums anlehnen und bis 30 cm unterhalb des Darrblechs sich erstrecken. Sind mehrere Heerde vorhanden, so sind auch die Gänge zwischen den Heerden mit Backsteingewölben zu versehen.

§ 5. Als Heizmittel ist Koks zu verwenden.

§ 6. Unter den Heerden ist ein Kanal für kalte Luft (c) mit einem Querschnitt von $^{60}/_{60}$ cm aus Mauerwerk anzulegen. Mittels dieses Kanals hat die Zuführung von Luft vom Hofraum aus zu erfolgen, und ist dieser Kanal im Hofraum mit Drahtgitter zu schliessen, ausserdem mit einer luftdicht verschliessbaren eisernen Thür zu versehen (gegen eventuelle Rückstauung der Schwefeldämpfe).

§ 7. Das Darrblech hat mindestens 5,5 m von der Heerdoberfläche abzustehen.

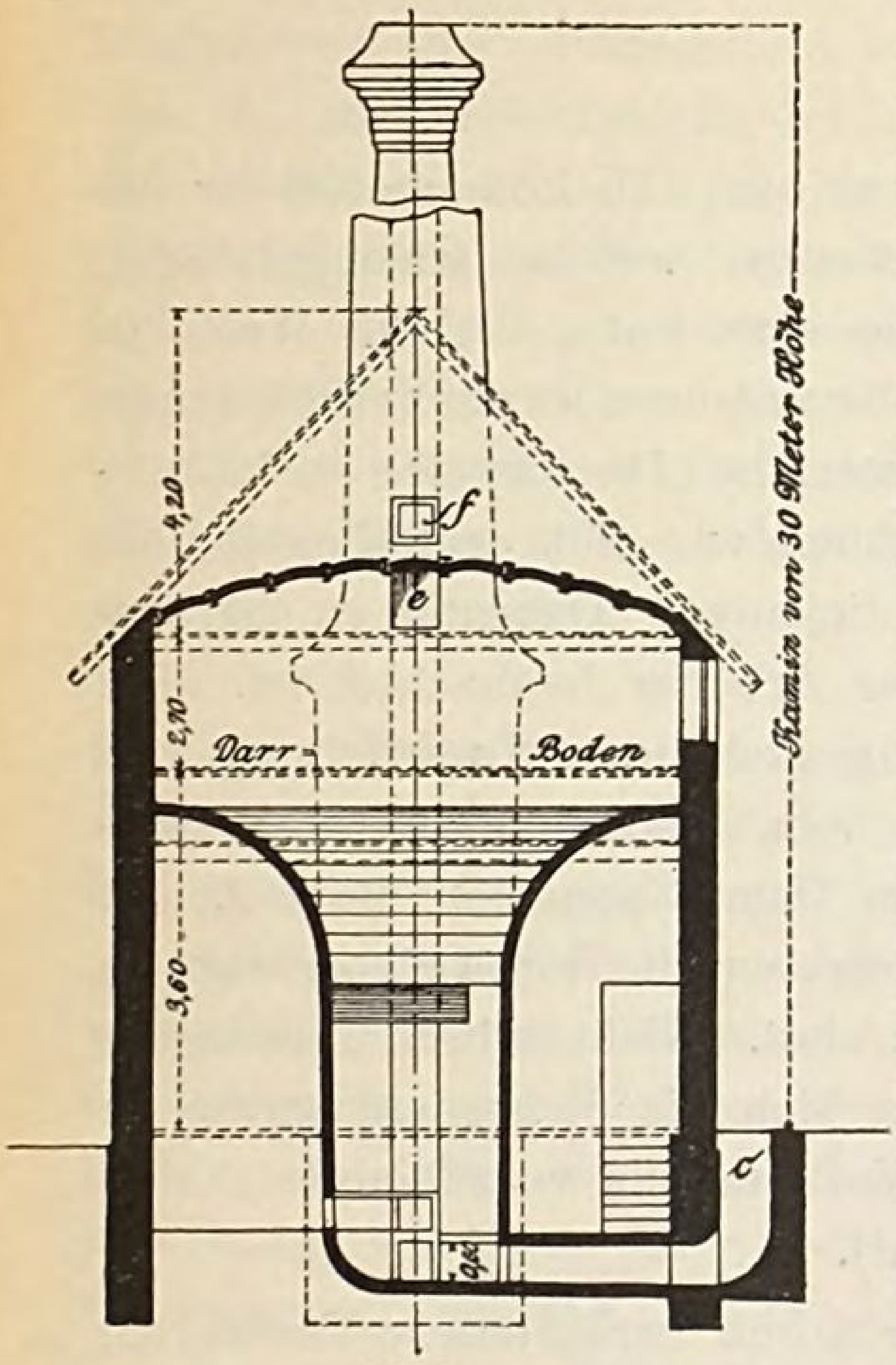
§ 8. Zur Ableitung der Schwefeldämpfe sind folgende Einrichtungen zulässig, von denen eine ausgewählt und genau ausgeführt werden muss:

A. Über dem Darrraum ist ein vom Bauterrain an zu führender Kamin (d) von ausreichender Stabilität mit gleichem Querschnitt von 55 cm im Quadrat anzulegen. Die Höhe dieses Kamins muss um 2 m den Dachfirst der Darre und ebenfalls um 2 m alle benachbarten Kamine auf 50 m Umkreis überragen, in jedem Falle aber mindestens 15 m betragen. In diesem Kamin ist von der Höhe des zugewölbten Darrraums ein schief aufsteigender gemauerter Kanal (e, Fig. 753 und 755) zur Ableitung der Schwefelgase zu führen. Im unteren Ende des Kamins muss ein kräftiges Feuer unterhalten werden, um genügende Erhitzung und Zug in dem Kamin herbeizuführen. Im Bedarfsfall müssen hierzu 12 an der Einmündung des Zuleitungskanals aus dem Darrraum anzubringende Bunsenbrenner gefügt werden, die nur mit einem Hahne zu öffnen sind. Feuer event. Bunsenbrenner müssen während der ganzen Dauer des Schwefelns und schon $^1/_4$ Stunde vorher brennen. Eine mit eiserner Thür verschliessbare Öffnung in der Kaminwand (f) muss Besichtigung und Untersuchung der Bunsenbrenner gestatten.

[1]) Vergl. Jahrbuch der Medizinalverwaltung in Elsass-Lothringen, Jahrgang 1890, S. 97. Strassburg i. E. 1890.

B. Statt der Gas-, Koksflammen im Kamin wird empfohlen, einen mit Maschinen (Wasser-, Dampf- oder Gaskraft) getriebenen Ventilator in dem Abzugskamin zum Austreiben der Schwefeldämpfe anzubringen, und es bleibt vorbehalten, dem Eigentümer, falls die unter A angegebenen Vorrichtungen nicht genügen, um die Schwefeldämpfe von der Nachbarschaft fernzuhalten, die Verpflichtung nachträglich aufzulegen, einen solchen Ventilator von genügender Kraft einzustellen.

Fig. 753.



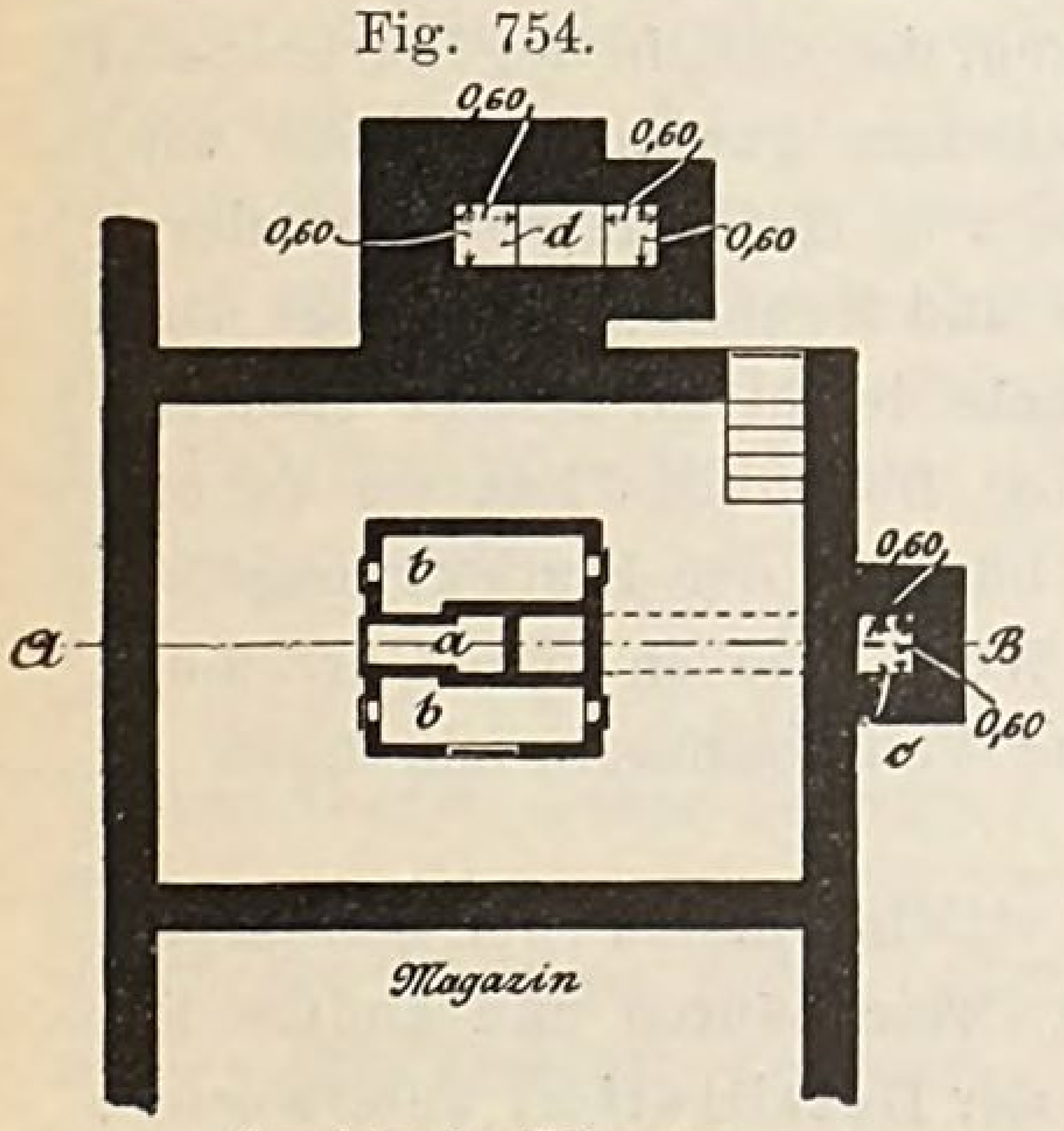
Schnitt.

§ 9. Die Benutzung der Darre zum Hopfenschwefeln ist dann zu unterlassen, wenn wegen ungünstiger Witterung ein Luftzug nach aufwärts nicht stattfindet oder aus anderen Gründen die Schwefeldämpfe von der Kaminmündung nach abwärts getrieben werden. Tritt solche ungünstige Witterung während des Hopfenschwefelns ein, so ist letzteres unverzüglich einzustellen und sind die Schwefelpfannen sofort von den Heerden und aus dem Feuerungsraum zu entfernen.

§ 10. Die Unternehmer einer Hopfenschwefeldarre, sowie deren Besitznachfolger sind gehalten, technische Erfindungen, durch welche Belästigungen des Publikums ferngehalten werden können, auf polizeiliche Anordnung nachträglich zur Ausführung zu bringen.

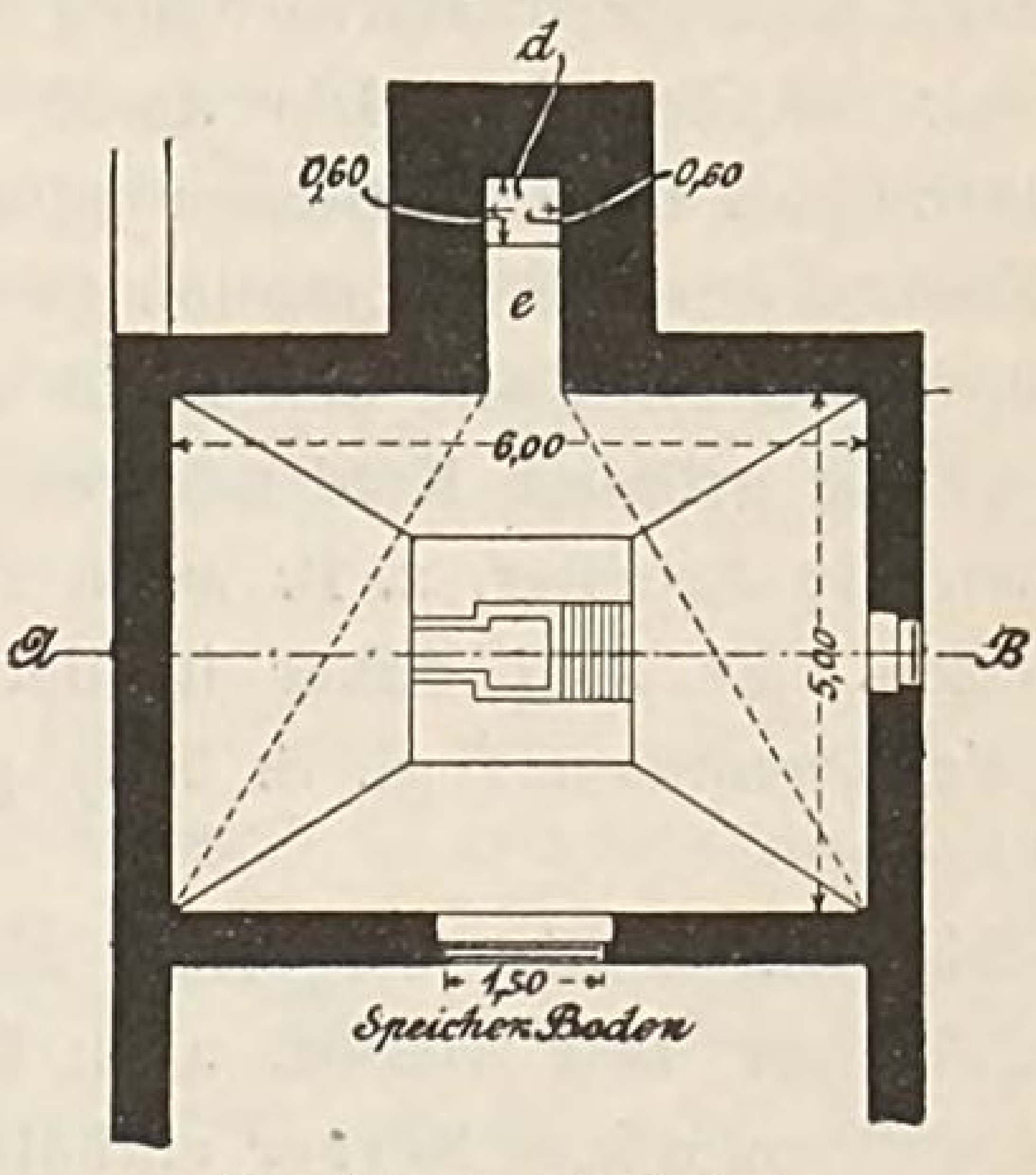
§ 11. Der Medizinal- und Polizeibehörde und deren Organen bleibt das Recht gewahrt, zu jeder Zeit, sowohl bei Tag, als bei Nacht von der Einhaltung vorstehender Normativbedingungen durch Eingang in sämtliche Räume auch während der Benutzung der Darre sich zu überzeugen.

Fig. 754.



Grundriss des Heizraums.

Fig. 755.



Grundriss des Darrbodens.

Hopfenschwefeldarre nach den Vorschriften des Kreisgesundheitsrats des Kreises Hagenau i. E.

Fig. 753—755 stellen in Schnitt und Grundrissen eine Musteranlage dar, die diesen Bedingungen entspricht. Die Zeichnung ist an der Hand der §§ 1—8 des Reglements ohne weiteres verständlich. Im Kreise Hagenau sind zur Zeit etwa zwanzig Darren dieser Art mit dem gewünschten Erfolg im Betriebe.

Spiritus- und Branntweinfabrikation. Als Rohmaterial für die Spiritusfabrikation können alle Stoffe dienen, welche gärungsfähigen Zucker enthalten oder deren Bestandteile sich auf geeignete Weise in Zucker umwandeln lassen. Das Fabrikationsverfahren ist ein verchiedenes, je nach der Art des verarbeiteten Rohmaterials. Da dasselbe verhältnismässig wenig sanitäres Interesse bietet, gehen wir nicht auf Einzelheiten ein, sondern beschränken uns darauf, diejenigen Operationen herauszuheben, bei denen eine Gefährdung der Arbeiter beobachtet ist. Bei der in Deutschland weitaus in erster Linie stehenden Verarbeitung von Kartoffeln zu Spiritus werden die Kartoffeln, nachdem sie in Waschmaschinen gereinigt sind, in geschlossenen Dampfapparaten unter Druck gedämpft. Dabei können Explosionen auftreten, die durch eine geeignete Kontrolle der Dampfapparate zu verhüten sind. Nicht selten werden die Explosionen dadurch hervorgerufen, dass sich die Sicherheitsventile an den Dämpfern verstopfen. Um diesem Vorkommnis vorzubeugen, sind besonders konstruierte Ventile angegeben[1]).

Die gedämpften Kartoffeln, bezw. die durch verschiedene Verfahren, welche ein besonderes sanitäres Interesse nicht bieten, vorbereiteten Getreidearten werden weiter zum Zweck der Herstellung einer zuckerhaltigen Flüssigkeit einem Maischverfahren unterzogen, das dem in der Bierbrauerei üblichen ähnlich ist. Die durch das Maischen gewonnene Masse wird in Gärkellern in Gärbottichen unter Zusatz von Hefe vergoren, wodurch der Zucker durch Fermentation in Alkohol und Kohlensäure zerlegt wird. Da die Kohlensäure den Rand des Bottichs leicht übersteigt, sammeln sich häufig grössere Kohlensäuremengen am Boden des Raumes an und können die Arbeiter, z. B. wenn sie sich bücken, der Erstickungsgefahr aussetzen. Es sind daher in derselben Weise wie in den Gärräumen der Bierbrauereien (vgl. S. 996) geeignete Ventilationseinrichtungen zu treffen.

Die vollständig vergorene Maische, welche neben der gebildeten Hefe, Wasser und Alkohol noch Fuselöle, freie Säuren und andere lösliche und unlösliche Körper enthält, wird der Destillation unterworfen, um den Alkohol so vollkommen als möglich von den übrigen Bestand-

[1]) Vgl. Heinzerling a. a. O. Bd. II, S. 146.

teilen zu trennen. Bei den unvollkommeneren Destillationsverfahren werden häufig Belästigungen der Arbeiter durch Einatmung der in dem Alkohol enthaltenen, bei der Gärung als Nebenprodukte auftretenden höheren Alkohole (vergl. Abschn. I, S. 117) beobachtet. Die neueren vervollkommneten Destillierapparate schliessen diese Gefahr mehr und mehr aus. Auf die Verhinderung des Austritts dieser bei dem Destillationsprozess sich entwickelnden Dämpfe und ihre eventuelle Beseitigung durch geeignete Ventilationseinrichtungen ist umsomehr Gewicht zu legen, als sie sich mit der Luft zu einem Gemisch vereinigen können, welches die Ursache von Explosionen und Bränden werden kann. Aus demselben Grunde ist der Beleuchtung der Räume und der Möglichkeit der Entzündung flüchtiger brennbarer Stoffe auf anderem Wege die grösste Beachtung zu schenken.

Essigfabrikation. Essig entsteht durch Oxydation unverdünnten Alkohols mit Hülfe des Essigpilzes (Mykoderma aceti). Bei dem heute fast ausschliesslich gebräuchlichen Fabrikationsverfahren, der sogenannten „Schnellessigfabrikation", werden Bottiche, sogenannte „Essigbildner", verwandt, die mit seitlichen Luftzutrittsöffnungen und mit einem lose schliessenden, durchbohrten Deckel versehen sind. Während der Essigbildung entströmt denselben Luft, die mit Essigsäure, Alkohol, Aldehyd und Essigäther geschwängert ist und deren längere oder konzentriertere Einwirkung Katarrhe der Respirationsorgane und der Augenbindehaut hervorrufen kann. Wörishoffer[1]) fand die betreffenden Räume im Winter häufig zur Erhaltung eines für die Fabrikation erforderlichen Temperaturgrades vollkommen dicht geschlossen; hierdurch füllt sich die Luft dieser Arbeitsräume in solchem Maasse mit den genannten Gasen, dass schon ein kurzer Aufenthalt in denselben zu argen Belästigungen führen muss. Um diesem Missstande abzuhelfen, schlägt er eine Ventilation durch Einführung vorgewärmter frischer Luft vor, wodurch den Rücksichten auf die Fabrikation sowohl wie auf die Gesundheit der Arbeiter Rechnung getragen wird.

Kaffee und Kaffeesurrogate. Das Rösten oder „Brennen" des Kaffees, bezw. seiner Surrogate wird im Grossen in besonderen Anlagen betrieben, die vielfach zu Bedenken über die Verbreitung übler Gerüche durch die Röstgase Anlass gegeben haben[2]). Dieselben sind, wenn sie in die Arbeitsräume gelangen, für die Arbeiter, wenn auch dauernde

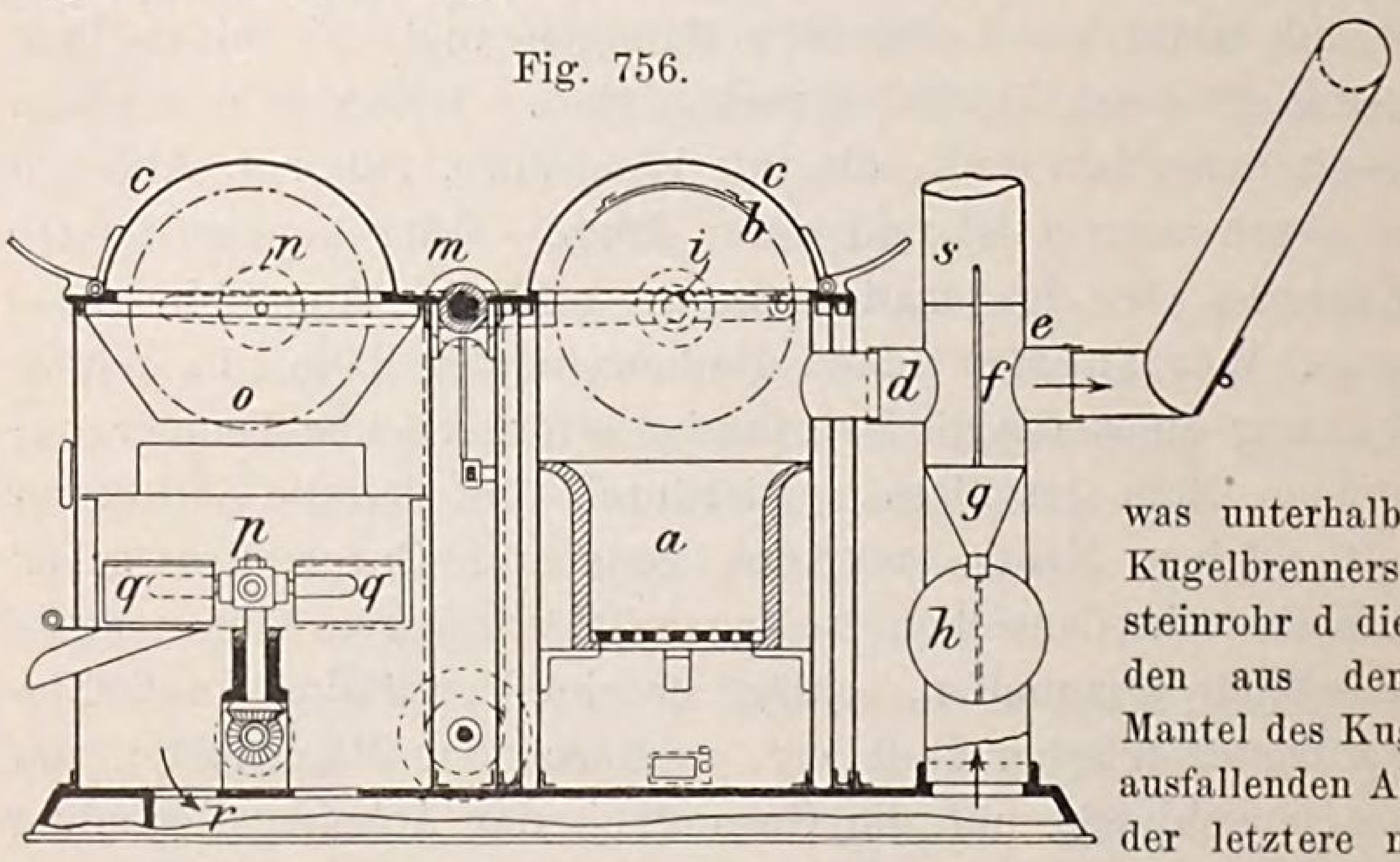
[1]) Jahresbericht der Grossh. Bad. Fabrikinspektion f. d. J. 1889, S. 61. Karlsruhe 1890.

[2]) Jahresberichte 1890, S. 371; 1893, S. 426.

Gesundheitsschädigungen durch sie noch nicht nachgewiesen sind, doch zum mindesten äusserst belästigend und können zu Reizungen der Atmungsorgane Veranlassung geben. Es ist daher ihre Beseitigung unter allen Umständen anzustreben.

Das sehr einfache Fabrikationsverfahren besteht darin, dass der Kaffee, bezw. seine Surrogate (Zichorien, verschiedene Getreidearten) über gelindem Feuer in Trommeln geröstet wird, die mit der Hand oder durch Maschinenkraft in drehender Bewegung erhalten werden. Bei nicht vollkommen dichtem Verschluss der Trommeln, namentlich aber beim Entleeren der Trommeln in die Kühlgefässe können die Röstgase entweichen. Es ist daher zunächst zu fordern, dass vollkommen dicht schliessende Rösttrommeln benutzt werden und dass zweitens über den Kühlgefässen Hauben angebracht werden, von denen ein kräftig wirkender Exhaustor die aufsteigenden Röstgase entfernt. Eine Einrichtung, welche diese Forderung erfüllt, ist kürzlich von Emil Böttcher, Maschinenbauer in Elberfeld, angegeben (D. R.-P. No. 75796) und scheint sich bereits bewährt zu haben[1]). Der in Fig. 756 dargestellte Apparat hat folgende Einrichtung:

Fig. 756.



Röst- und Kühlapparat für Kaffee- und Kaffeesurrogate von E. Böttcher in Elberfeld.

Über einer Koksfeuerung a ist der Kugelbrenner b drehbar gelagert. Eine abhebbare Klappe c bildet den Verschluss nach oben. Etwas unterhalb der Achse des Kugelbrenners führt das Schornsteinrohr d die Heizgase und den aus dem siebförmigen Mantel des Kugelbrenners herausfallenden Abfall ab. Damit der letztere nicht ins Freie gelangen kann, ist in das Schornsteinrohr d ein zu demselben lotrecht stehender zylindrischer Stutzen e eingeschaltet, in den eine Siebklappe f eingesetzt ist, die den Gasen den Durchlass gestattet, die mitfliegenden festen Teile aber zurückhält und sie zwingt, in den Trichter g zu fallen, der mit dem Exhaustorrohr h verbunden ist. Der Stutzen e ist an der hinteren Seite, unterhalb der Mündung des Rohres und der Siebklappe f zur Hälfte geschlossen, damit der Zug keine mitfliegenden Teile von unten in das Schornsteinrohr mitreissen kann. Die Dreh- und Tragzapfen i des Kugelbrenners ruhen in Lagern k an Armen l, die um eine Achse m drehbar sind. Der eine der

[1]) Jahresberichte 1894, S. 502.

Arme l ist über die Drehachse hinaus verlängert und trägt ein Gegengewicht n, um das Gewicht des Brenners auszugleichen. In gleicher radialer Entfernung wie Bolzen k befindet sich auf der anderen Seite der Achse m die Kühlvorrichtung. Der Brenner mit dem gar gerösteten Kaffee wird um die Achse m nach dem Kühlraum o hinübergelegt, die Thür derselben geöffnet, die Trommel mit der Öffnung nach unten gedreht und das Röstgut auf den Siebboden des Kühlbehälters p geschüttet, wo dasselbe mittels der Flügel q umgerührt wird, während es gleichzeitig der Wirkung eines kräftigen Exhaustors ausgesetzt ist, der die warme Luft, die sich noch entwickelnden Gase und den dem Kaffee noch anhaftenden Abfall absaugt. Zu dem Ende steht der Kühlraum durch einen Kanal r, der im Fundamentrahmen der ganzen Vorrichtung angebracht ist, mit dem Rohr h in Verbindung, von dem ein Zweigrohr s nach dem (hier nicht gezeichneten) Exhaustor führt.

Die Frage, wie weiter mit den von den verschiedenen Entstehungsstellen abgesogenen Gasen zu verfahren sei, scheint, da ein Durchleiten durch eine Feuerung nicht den gewünschten Effekt gehabt hat, darin gefunden zu sein, dass man dieselben einer Waschung mit Wasser unterzieht. Es geschieht dies am einfachsten, indem man die Gase durch einen Raum leitet, in welchem sie eine Regendouche passieren müssen, und sie dann durch einen Schornstein über Dachhöhe der benachbarten Gebäude ins Freie gelangen lässt.

In den Zichorienfabriken ist es in erster Linie das Trocknen der frischen geschnittenen Zichorien, welches vom sanitären Standpunkte aus zu Bedenken Anlass giebt. Es wird dabei so verfahren, dass die Schnitzel, ähnlich wie bei den Malzdarren, auf mehreren übereinandergelegenen Darrböden ausgebreitet werden, durch welche die Verbrennungsgase von unter der untersten Horde liegenden Feuerungen hindurchstreichen. Der Abzug der Gase erfolgt durch Schlote, die durch den Darrboden geführt sind, ins Freie. Der Betrieb bringt es mit sich, dass beim Umschaufeln während der Darrzeit und beim Entleeren der Horden die Darrböden zeitweilig betreten werden müssen. Da eine Lüftung der Darrkammern für die Zeit des Betretens nur einen mangelhaften Erfolg hat, weil die Feuerung während dieser Zeit nicht unterbrochen wird, so haben die Arbeiter sehr durch die heissen Gase zu leiden. Eine teilweise Beseitigung des Übelstandes könnte dadurch herbeigeführt werden, dass für jede Feuerung ein besonderer, direkt in einen Schornstein geführter Kanal angeordnet wird, in den die Verbrennungsgase für die Zeit, während welcher die Darrkammer betreten wird, abgeleitet werden[1]). Ferner könnte man Einrichtungen treffen, dass die Darrböden vermittels Transportwagen entleert werden, ohne dass zu diesem Zweck die Kammer betreten zu werden braucht[2]). — Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern

[1]) Jahresberichte 1891, S. 122.

[2]) Jahresbericht des Grossherzogl. Badischen Fabrikinspektors für das Jahr 1894, S. 100.

ist durch Bekanntmachung des Bundesrats vom 17. März 1892 die Beschäftigung in Zichorienfabriken untersagt, während daselbst Darren im Betriebe sind (vergl. Abschn. XVII).

Tabak- und Zigarrenindustrie. Ein grosser Teil von den verschiedenartigen Verrichtungen, die in der Tabakindustrie vorkommen, ist mit erheblicher Staubentwickelung verbunden und kann daher bei dem Mangel geeigneter Vorkehrungen die S. 99 ff. des I. Abschnittes besprochenen Schädlichkeiten im Gefolge haben. Es gilt dies in gleicher Weise von den Anlagen zur Herstellung des Rauchtabaks, wie von den Zigarrenfabriken und den Anlagen, in denen Kautabak und Schnupftabak fabriziert werden.

In den Anlagen zur Herstellung des Rauchtabaks beginnt die Gefährdung der Arbeiter durch Staub bei dem Sortieren der Tabaksblätter und begleitet fast alle weiteren Manipulationen bis zum „Spinnen" des sogenannten Rollentabaks und zum Schneiden und Verpacken des gewöhnlichen Rauchtabaks. Die auf die Beseitigung dieser Schädlichkeit gerichteten Bestrebungen werden demgemäss in erster Linie die ausgiebige Ventilation der Arbeitsräume und die Staubfreierhaltung derselben im Auge haben müssen. Da es sich bei der Herstellung des Rauchtabaks vorwiegend um grössere Betriebe handelt, wird rein theoretisch genommen die Lösung dieser Aufgabe keinen grossen Schwierigkeiten mehr begegnen. Wir brauchen in dieser Beziehung lediglich auf die Abschnitte IV und V zu verweisen (s. speziell Abschn. V, S. 417).

Wesentlich anders liegt die Sache bei der Zigarrenindustrie. Die Einfachheit der Arbeitsmittel hat hier von je auf eine so intensive Ausnützung der Arbeitsräume hingewirkt, wie sie in keiner anderen Industrie zu finden ist[1]). Besonders schädlich trat dies vor allem da in die Erscheinung, wo die Anfertigung von Zigarren in erheblicherem Umfange als Hausindustrie betrieben wurde. Es sind Fälle festgestellt, wo bei dem Mangel jeglicher besonderen Ventilationseinrichtung auf den Kopf nur 3 cbm Luftraum kommen. Dieser weitverbreitete Missstand hat zu dem Erlass der Bundesratsverordnung vom 9. Mai 1888 Veranlassung gegeben, die in der revidierten Fassung vom 8. Juli 1893 weiter unten im Wortlaut wiedergegeben ist (vergl. d. XVII. Abschnitt). Dieselbe findet nach § 1 auf alle Anlagen Anwendung, „in welchen zur Herstellung von Zigarren erforderliche Verrichtungen vorgenommen werden, sofern in den Anlagen Personen beschäftigt werden, welche nicht zu den

[1]) Vergl. Die soziale Lage der Zigarrenarbeiter im Grossherzogtum Baden. Beilage z. Jahresber. d. Grossh. badischen Fabrikinspektors f. d. Jahr 1889, S. 10. Karlsruhe 1890.

Familiengliedern des Unternehmers gehören.“ Durch diese Begrenzung haben die Bestimmungen der Verordnung nicht nur für die eigentlichen Fabriken Geltung, sondern auch für zahlreiche andere Anlagen, welche sonst der Hausindustrie zugezählt werden können. Von besonderer Bedeutung sind die Vorschriften der genannten Verordnung, welche zahlenmässig festgesetzte Normen für die Höhe und den Luftraum der Arbeitsräume enthalten (§ 3 und § 5). Von den hierauf bezüglichen Vorschriften kann nur Umgang genommen werden, wenn die Arbeitsräume „mit einer ausreichenden Ventilationseinrichtung versehen sind“. Hiermit ist gleichzeitig der Anreiz zur Herstellung solcher Ventilationseinrichtungen gegeben, und zwar, wie es scheint, nicht ohne Absicht, denn es ist in allen Fällen wichtiger, dass eine genügend wirksame Ventilationseinrichtung vorhanden, als dass der Luftraum etwas grösser bemessen ist.

Die Frage, was in diesem Falle unter einer „genügenden“ Ventilationseinrichtung zu verstehen ist, wird von der Verordnung nicht beantwortet. Mit Rücksicht darauf, dass in den Zigarrenfabriken motorische Kraft in der Regel nicht vorhanden ist, erscheint es ausgeschlossen, auf Grund der Verordnung mechanisch betriebene Ventilationseinrichtungen zu verlangen. Es können also höchstens solche Einrichtungen gefordert werden, durch welche ein Luftwechsel mittels des durch die Heizapparate herbeigeführten Unterschiedes in dem spezifischen Gewicht der Luft erzeugt wird. Der Umstand, dass solche Einrichtungen nur während der Heizperiode wirksam sind, kommt weniger in Betracht, weil während der übrigen Zeit in der Regel die Fenster auch während der Arbeit geöffnet werden können. Es würde also mittels eines ins Freie mündenden, unter dem Boden des Arbeitsraumes liegenden, genügend weiten Kanals frische Luft zwischen den Ofen und einen ihn umgebenden Mantel zu leiten sein. Diese Luft steigt bei der starken Erwärmung, die sie erfährt, rasch in die Höhe, besonders wenn die Luft des Arbeitsraumes leicht entweichen kann. Letzteres wird durch in der Nähe des Fussbodens einmündende Abzugskanäle bewirkt, welche u. a. auch thunlichst zu beiden Seiten des Kamins hergestellt werden und dann wegen ihrer Erwärmung einen besonders lebhaften Abzug der Zimmerluft bewirken[1]). Dadurch wird auch eine ganz entschiedene Verbesserung bezüglich der Erwärmung der Lokale herbeigeführt. Während es sonst in der Nähe der Öfen unerträglich heiss und an den Aussenwänden und den Fenstern sehr kalt ist, verhindert die zwischen Ofen und Mantel ununterbrochen aufsteigende frische Luft jede erheblichere Wärme in der Nähe des Ofens vollständig, während

[1]) Vergl. den zitierten badischen Bericht, S. 12.

die Ventilationseinrichtung die aufsteigende warme Luft wegen der aufsaugenden Abzugskanäle im ganzen Raume gleichmässig verteilt.

Die Entstehung von Staub in den Arbeitsräumen soll durch die Bestimmung der Verordnung verhindert werden, dass die Fussböden und Arbeitstische täglich mindestens einmal durch feuchtes Abwaschen oder feuchtes Abreiben vom Staube gereinigt werden müssen (§ 8). Ferner untersagt die Verordnung das Trocknen von Tabak, Abfällen und Wickeln in den Arbeitsräumen, und es dürfen in diesen Räumen Vorräte von Tabak und Halbfabrikaten nur in der für eine Tagesarbeit erforderlichen Menge und nur die im Laufe des Tages angefertigten Zigarren aufbewahrt werden (§ 6). Für das Trocknen der Wickel müssen daher besondere, von den Arbeitszimmern vollständig getrennte Trockenzimmer vorhanden sein. Neuerdings fällt aber in manchen Anlagen das Trocknen der Wickel mehr und mehr weg, weil stark gepresste Zigarrenformen fabriziert werden, bei denen die Wickel feucht verarbeitet werden. Für die Arbeiter verursacht diese Fabrikationsmethode eine Verschlechterung der Luft des Arbeitsraumes, weil derartige Wickel im Arbeitsraume verbleiben, um zu einer Weiterverarbeitung noch im Laufe des Tages bequem zur Hand zu sein, und weil wegen der im Arbeitsraume meist herrschenden ziemlich hohen Temperatur hier ein oberflächliches Austrocknen der Wickel stattfindet. Es ist daher darauf hinzuwirken, dass auch die feuchten Wickel, welche alsbald verarbeitet werden sollen, zunächst in ein besonderes Wickelzimmer ohne Trockeneinrichtung verbracht werden[1]).

Der Kautabak wird in ähnlicher Weise wie der Rollentabak durch „Verspinnen" der sauzierten Blätter zu etwa fingerdicken Rollen hergestellt. Die bei der Fabrikation beobachteten Schädlichkeiten sind ganz ähnliche, wie die bei der Herstellung des Rauchtabaks auftretenden. Eine, sich an die Bundesratsbekanntmachung vom 8. Juli 1893 anlehnende Polizeiverordnung zur Verhütung von Schädlichkeiten für diese speziellen Anlagen ist unter dem 18. August 1894 für den Regierungsbezirk Erfurt erlassen.

[1]) Vergl. Jahresber. d. Grossh. Badischen Fabrikinspektion für das Jahr 1894, S. 93. Karlsruhe 1895.

Anhang.

XVII. Abschnitt.

Die deutsche Gesetzgebung zum Schutze von Leben, Gesundheit und Sittlichkeit der gewerblichen Arbeiter.[1]

Von G. Evert,
Königl. Regierungsrat und Mitglied des Königlichen statistischen Bureaus in Berlin.

A. Die Schutzvorschriften der §§ 120 a—e der Gewerbeordnung nebst verwandten Bestimmungen.

Die deutsche Gewerbegesetzgebung hat von Anfang an den Schutz der Arbeiter gegen Gefährdung des Lebens und der Gesundheit im Betriebe als eine Verpflichtung der Unternehmer, und zwar als eine solche öffentlich-rechtlicher Natur anerkannt. Es hiess in dieser Hinsicht schon in der Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 (§ 107):

„Jeder Gewerbeunternehmer ist verbunden, auf seine Kosten alle diejenigen Einrichtungen herzustellen und zu unterhalten, welche mit Rücksicht auf die besondere Beschaffenheit des Gewerbebetriebes und der Betriebsstätte zu thunlichster Sicherung der Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit notwendig sind."

Für die Lehrlinge galt noch folgende besondere Bestimmung (§ 106 a. a. O.):

„Die nach den Landesgesetzen zuständige Behörde hat darauf zu achten, dass bei Beschäftigung der Lehrlinge gebührende Rücksicht auf Gesundheit und Sittlichkeit genommen werde."

[1]) Es soll hier lediglich eine Übersicht der Bestimmungen aus den Reichsgesetzen und ihren Ausführungsvorschriften gegeben werden; auf die Ausführungsvorschriften der Einzelstaaten, die Zuständigkeit ihrer Behörden, das Verfahren u. s. w. kann hier nur in besonders wichtigen Punkten und in der Regel auch nur für Preussen eingegangen werden.

Hieran anknüpfend verpflichtete die Gewerbenovelle vom 17. Juli 1878 die Unternehmer, bei der Beschäftigung von Arbeitern unter 18 Jahren (nicht bloss Lehrlingen dieses Alters) die durch das Alter derselben gebotene besondere Rücksicht auf Gesundheit und Sittlichkeit zu nehmen (§ 120 Abs. 1 der Gew.-Ordn. in der Fassung des Gesetzes vom 17. Juli 1878). Die Vorschrift des älteren § 107 (vergl. oben S. 1011) wurde durch die Novelle mit unerheblichen Änderungen dem § 120 als dritter Absatz nebst folgender Bestimmung hinzugefügt:

„Darüber, welche Einrichtungen für alle Anlagen einer bestimmten Art herzustellen sind, können durch Beschluss des Bundesrates Vorschriften erlassen werden. Soweit solche nicht erlassen sind, bleibt es den nach den Landesgesetzen zuständigen Behörden überlassen, die erforderlichen Bestimmungen zu treffen.“

Wer der Aufforderung der Behörde ungeachtet den Bestimmungen des § 120 zuwiderhandelte, wurde mit Geldstrafe bis zu dreihundert Mark und im Unvermögensfalle mit Haft bedroht (§ 147 Abs. 1 Ziffer 4).

Wie der obige Wortlaut ergiebt, beschränkte sich die Gewerbeordnung auch noch in der Fassung von 1878 auf die Feststellung eines allgemeinen Grundsatzes für den Arbeiterschutz gegen Betriebsgefahr, ohne einen näheren Anhalt für dessen Durchführung im einzelnen zu geben. Die preussische Staatsregierung versuchte alsbald die in diesen Richtungen wünschenswerten Ergänzungen herbeizuführen, indem sie im Jahre 1879 dem Bundesrat einen „Entwurf von Vorschriften, betreffend den Schutz gewerblicher Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit“ vorlegte, welcher demnächst durch Veröffentlichung der allgemeinen Kritik unterbreitet, u. a. von dem Verein deutscher Ingenieure und dem Verein zur Beförderung des Gewerbfleisses begutachtet und im Dezember 1880 in einer Konferenz von Sachverständigen eingehend beraten wurde. Es ging daraus ein „Entwurf allgemeiner Sicherheitsvorschriften für die Einrichtung und den Betrieb gewerblicher Anlagen“ hervor; derselbe verbreitete sich insbesondere über die Beleuchtung der Arbeitsräume und Betriebsstätten, den Luftraum (in der Regel sollten 5 cbm für jeden Arbeiter vorhanden sein) und den Schutz gegen den Einfluss gesundheitsschädlicher Luft, die Vorkehrungen gegen Feuers- und Explosionsgefahr, sowie gegen Beschädigungen durch bewegte Maschinenteile, Transmissionen u. s. w. Dieser Entwurf gelangte indessen nicht zur Einführung in die Praxis. Auf der einen Seite fand man seine Bestimmungen zu sehr in die „Willkür“ der Aufsichtsbehörden gestellt, auf der anderen fürchtete man umgekehrt, dass sie bei der damaligen Organisation der Gewerbeaufsicht sich wenig wirksam erweisen würden. Es verblieb hiernach zunächst bei Verordnungen der Landesbehörden und des Bundesrates für einzelne Arten von Anlagen, wozu nach Erlass

des Unfallversicherungsgesetzes vom 6. Juli 1884 noch die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften kamen.

Erst die Reformen des Jahres 1891 führten zu einer allgemeinen Neuordnung des Schutzes der gewerblichen Arbeiter gegen Betriebsgefahren und zwar zunächst zu einer wesentlichen Änderung und Ausgestaltung der gesetzlichen Vorschriften darüber.

Die oben angeführten älteren Bestimmungen hatten einen Schutz der Arbeiter über 18 Jahren gegen Gefahren für die Sittlichkeit überhaupt nicht vorgesehen; im übrigen erschienen sie zu eng insofern, als sie nur da einen Schutz forderten, wo die Beschaffenheit des Betriebes oder der Betriebsstätte besondere Gefahren mit sich brachte, zu allgemein wieder insofern, als sie weder den Gewerbetreibenden, an welche die Anforderung gestellt wurde, noch den zu ihrer Geltendmachung berufenen Behörden die erforderlichen Anhaltspunkte über Art und Maass der Verpflichtung gaben. Dazu kam, dass die Strafbestimmung des § 147 Ziffer 4 die Strafbarkeit der Zuwiderhandlung zwar von einer vorgängigen Aufforderung der Behörde abhängig machte, zugleich aber die Auslegung zuliess, dass das Urteil darüber, ob die Einrichtung, zu deren Herstellung die Behörde aufgefordert habe, im Sinne des § 120 Abs. 3 notwendig sei, dem Richter zustehe, während es sich hierbei in der Regel um technische, zur Entscheidung durch den Richter wenig geeignete Fragen handelte. (Motive der Gewerbenovelle vom 1. Juni 1891.) Zur Beseitigung dieser Mängel erhielt die Gewerbeordnung durch die Novelle zunächst bezüglich des Inhalts der Schutzvorschriften in den §§ 120 a—c die folgende Fassung:

§ 120 a. Die Gewerbeunternehmer sind verpflichtet, die Arbeitsräume, Betriebsvorrichtungen, Maschinen und Gerätschaften so einzurichten und zu unterhalten und den Betrieb so zu regeln, dass die Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit soweit geschützt sind, wie es die Natur des Betriebes gestattet.

Insbesondere ist für genügendes Licht, ausreichenden Luftraum und Luftwechsel, Beseitigung des bei dem Betriebe entstehenden Staubes, der dabei entwickelten Dünste und Gase, sowie der dabei entstehenden Abfälle Sorge zu tragen.

Ebenso sind diejenigen Vorrichtungen herzustellen, welche zum Schutze der Arbeiter gegen gefährliche Berührungen mit Maschinen oder Maschinenteilen oder gegen andere in der Natur der Betriebsstätte oder des Betriebes liegende Gefahren, namentlich auch gegen die Gefahren, welche aus Fabrikbränden erwachsen können, erforderlich sind.

Endlich sind diejenigen Vorschriften über die Ordnung des Betriebes und das Verhalten der Arbeiter zu erlassen, welche zur Sicherung eines gefahrlosen Betriebes erforderlich sind.

§ 120 b. Die Gewerbeunternehmer sind verpflichtet, diejenigen Einrichtungen zu treffen und zu unterhalten und diejenigen Vorschriften über das Verhalten der Arbeiter im Betriebe zu erlassen, welche erforderlich sind, um die Aufrechterhaltung der guten Sitten und des Anstandes zu sichern.

Insbesondere muss, soweit es die Natur des Betriebes zulässt, bei der Arbeit die Trennung der Geschlechter durchgeführt werden, sofern nicht die Aufrechterhaltung der guten Sitten und des Anstandes durch die Einrichtung des Betriebes ohnehin gesichert ist.

In Anlagen, deren Betrieb es mit sich bringt, dass die Arbeiter sich umkleiden und nach der Arbeit sich reinigen, müssen ausreichende, nach Geschlechtern getrennte Ankleide- und Waschräume vorhanden sein.

Die Bedürfnisanstalten müssen so eingerichtet sein, dass sie für die Zahl der Arbeiter ausreichen, dass den Anforderungen der Gesundheitspflege entsprochen wird und dass ihre Benutzung ohne Verletzung von Sitte und Anstand erfolgen kann.

§ 120 c. Gewerbeunternehmer, welche Arbeiter unter 18 Jahren beschäftigen, sind verpflichtet, bei der Einrichtung der Betriebsstätte und bei der Regelung des Betriebes diejenigen besonderen Rücksichten auf Gesundheit und Sittlichkeit zu nehmen, welche durch das Alter dieser Arbeiter geboten sind.

Bei der Auslegung dieser Vorschriften ist daran festzuhalten, dass dieselben lediglich negativer Natur sind, d. h. nur die Abwehr von Gefahren für Leben, Gesundheit und Sittlichkeit bezwecken. Einrichtungen zur positiven Förderung des Arbeiterwohles, die über jenen Zweck hinausgehen, sind von dem Unternehmer nicht zu verlangen[1]). Weiter ergeben die obigen Bestimmungen, dass der Ausschluss der Betriebsgefahren von dem Unternehmer keineswegs absolut, sondern nur in dem Maasse gefordert werden kann, „wie die Natur des Betriebes es gestattet“; Gefahren, welche mit dieser Natur untrennbar verbunden sind, muss der Arbeiter in den Kauf nehmen; der Arbeitgeber ist lediglich zu der Fürsorge eines sorgfältigen Unternehmers derselben Betriebsart verpflichtet. Andererseits bezieht sich diese Fürsorge aber auch nicht bloss auf die aus dem Betriebe an und für sich, sondern z. B. auch auf die aus voraussehbaren Verstössen der Arbeiter entspringenden Gefahren. — Bezüglich der Kosten wird auf ein billiges Verhältnis derselben zu dem zu erwartenden Erfolge der Einrichtung Rücksicht zu nehmen sein; von denjenigen Leistungen aber, welche hiernach erforderlich erscheinen, kann der Arbeitgeber durch ungünstige persönliche Vermögensverhältnisse nicht entbunden werden. — Da die in § 120 b Abs. 3 der neuen Fassung vorgesehenen Ankleide- und Waschräume nach dem klaren Wortlaute des Gesetzes getrennt sein müssen, genügen gemeinsame, wenn auch getrennt zu benutzende Räume nicht. — Die in § 120 c vorgeschriebenen Rücksichten auf die Arbeiter unter 18 Jahren erfordern insbesondere die Vermeidung ihrer Überanstrengung durch zu schwere

[1]) Eine gewisse Ausnahme von diesem Grundsatze kann in der nach § 120 d a. a. O. (vergl. unten S. 1015) zulässigen Anordnung gefunden werden, dass den Arbeitern zur Einnahme von Mahlzeiten ausserhalb der Arbeitsräume angemessene, in der kalten Jahreszeit geheizte Räume unentgeltlich zur Verfügung zu stellen sind.

Arbeiten, sowie ihre Fernhaltung von Arbeiten, welche mit Entblössung des Leibes verbunden sind.

Die Durchführung der obigen Schutzvorschriften ist durch den § 120 d in Verbindung mit den Strafvorschriften des § 147 Abs. 1 Ziffer 4 und Abs. 4 geregelt. Dieselben lauten:

§ 120 d. Die zuständigen Polizeibehörden sind befugt, im Wege der Verfügung für einzelne Anlagen die Ausführung derjenigen Maassnahmen anzuordnen, welche zur Durchführung der in § 120 a bis 120 c enthaltenen Grundsätze erforderlich und nach der Beschaffenheit der Anlage ausführbar erscheinen. Sie können anordnen, dass den Arbeitern zur Einnahme von Mahlzeiten ausserhalb der Arbeitsräume angemessene, in der kalten Jahreszeit geheizte Räume unentgeltlich zur Verfügung gestellt werden.

Soweit die angeordneten Maassregeln nicht die Beseitigung einer dringenden, das Leben oder die Gesundheit bedrohenden Gefahr bezwecken, muss für die Ausführung eine angemessene Frist gelassen werden.

Den bei Erlass dieses Gesetzes bereits bestehenden Anlagen gegenüber können, solange nicht eine Erweiterung oder ein Umbau eintritt, nur Anforderungen gestellt werden, welche zur Beseitigung erheblicher, das Leben, die Gesundheit oder die Sittlichkeit der Arbeiter gefährdender Missstände erforderlich oder ohne unverhältnismässige Aufwendungen ausführbar erscheinen.

Gegen die Verfügung der Polizeibehörde steht dem Gewerbeunternehmer binnen zwei Wochen die Beschwerde an die höhere Verwaltungsbehörde zu. Gegen die Entscheidung der höheren Verwaltungsbehörde ist binnen vier Wochen die Beschwerde an die Zentralbehörde zulässig; diese entscheidet endgültig. Widerspricht die Verfügung den von der zuständigen Berufsgenossenschaft erlassenen Vorschriften zur Verhütung von Unfällen, so ist zur Einlegung der vorstehend bezeichneten Rechtsmittel binnen der dem Gewerbeunternehmer zustehenden Frist auch der Vorstand der Berufsgenossenschaft befugt.

§ 147. Mit Geldstrafe bis zu dreihundert Mark und im Unvermögensfalle mit Haft wird bestraft

.... 4. wer den auf Grund des § 120 d endgültig erlassenen Verfügungen oder den auf Grund des § 120 e erlassenen Vorschriften zuwiderhandelt.

.... In dem Falle zu 4. kann die Polizeibehörde bis zur Herstellung des der Verfügung oder der Vorschrift entsprechenden Zustandes die Einstellung des Betriebes, soweit derselbe durch die Verfügung oder die Vorschrift getroffen wird, anordnen, falls dessen Fortsetzung erhebliche Nachteile oder Gefahren herbeizuführen geeignet sein würde.

Zu dem Inhalt und der Anwendung dieser Vorschriften ist zu bemerken:

a. An Stelle der in dem älteren § 147 vorgesehenen „Aufforderung“ der Behörde ist nach § 120 d die polizeiliche Verfügung getreten und als Rechtsmittel nur die Beschwerde in dem daselbst angegebenen Instanzenzuge zugelassen worden. Damit wird nicht nur die gerichtliche Anfechtung der Verfügung, sondern auch jedes abweichende landesgesetzliche Rechtsmittel gegen polizeiliche Verfügungen, wie z. B. die Klage im Verwaltungsstreitverfahren oder eine Beschwerde bei anderen als den in § 120 d bezeichneten Behörden ausgeschlossen.

b. Welche Behörden in jedem Bundesstaate unter der Bezeichnung höhere Verwaltungsbehörde, Polizeibehörde u. s. w. zu verstehen sind, ist nach § 155 der Gew.-Ordn. von der Zentralbehörde des Bundesstaates bekannt zu machen[1]). Neben den ordentlichen Polizeibehörden ist aber durch § 139 b der Gew.-Ordn. auch den Gewerbeaufsichtsbeamten die Aufsicht über die Ausführung der Bestimmungen des § 120 a—e eingeräumt und durch die Vollzugsvorschriften der Einzelstaaten auch ihre Mitwirkung bei den nach § 120 d zu erlassenden Verfügungen geregelt worden. Für Preussen insbesondere gelten folgende Vorschriften[2]):

„Ist eine dringende, das Leben oder die Gesundheit bedrohende Gefahr zu beseitigen, so hat die Ortspolizeibehörde ohne Aufschub die erforderliche Verfügung zu erlassen und zur Ausführung zu bringen. Andernfalls hat sie vor Erlass ihrer Verfügung die gutachtliche Äusserung des zuständigen Aufsichtsbeamten einzuholen. Dieser hat sich auch über die für die Ausführung der angeordneten Maassregel festzusetzende Frist auszusprechen. Spricht sich der Gewerbeaufsichtsbeamte gegen den Erlass der Verfügung oder für die Abänderung ihres Inhalts aus, so hat die Polizeibehörde, wenn sie dem Gutachten nicht Folge geben will, den Erlass der Verfügung auszusetzen, bis sie die Zustimmung der höheren Verwaltungsbehörde erwirkt hat.

Polizeiliche Verfügungen, um deren Erlass die Ortspolizeibehörde von dem zuständigen Gewerbeaufsichtsbeamten ersucht wird, sind von ihr binnen zwei Wochen zu erlassen, sofern sie nicht binnen dieser Frist Bedenken dagegen erhebt. In diesem Falle hat der Gewerbeaufsichtsbeamte, falls er die erhobenen Bedenken für unbegründet erachtet, die Entscheidung der höheren Verwaltungsbehörde einzuholen.“

Es kann hiernach die Initiative zu der Verfügung sowohl von der Ortspolizeibehörde wie von dem Gewerbeaufsichtsbeamten ergriffen werden, doch wird — ausser bei dringender Gefahr im Verzuge — die Übereinstimmung beider Organe vorausgesetzt, und ist bei Meinungsverschiedenheiten die höhere Verwaltungsbehörde anzurufen. Ist hiernach den Gewerbeaufsichtsbeamten sachlich eine hinreichende Mitwirkung bei dem Erlass der Schutzverfügungen gesichert, so haben sie den formalen Erlass und die Durchführung der Verfügung regelmässig den ordentlichen Polizeibehörden zu überlassen; ihnen selber ist das Recht zum Erlasse polizeilicher Verfügungen nur für Notfälle zugestanden worden[3]).

c. Das Verfahren bei der Durchführung polizeilicher Verfügungen richtet sich nach den Landesgesetzen. In Preussen sind die Bestimmungen

[1]) Vergl. für Preussen Bek. vom 4. März 1892 (Min.-Bl. f. d. inn. Verw. S. 115). Demnach ist Zentralbehörde im Sinne des § 120 d der Minister für Handel und Gewerbe, höhere Verwaltungsbehörde der Regierungspräsident (in Berlin der Oberpräsident, für die der Aufsicht der Bergbehörden unterstellten Betriebe das Oberbergamt), Polizeibehörde die Ortspolizeibehörde (Amtsvorsteher, Bürgermeister, Polizeidirektor u. s. w).

[2]) Vergl. Ausführungsanweisung vom 26. Februar 1892 (Min.-Bl. f. d. inn. Verw. S. 89), Abschnitt C.

[3]) Vergl. Dienstanweisung vom 23. März 1892 (Min.-Bl. f. d. inn. Verw. S. 160), § 8 Abs. 2.

des Landesverwaltungsgesetzes vom 30. Juli 1883 maassgebend. Es ist danach unmittelbarer Zwang nur anzuwenden, wenn die Anordnung ohne einen solchen unausführbar ist; im übrigen haben die Behörden, sofern es thunlich ist, die zu erzwingende Handlung durch einen Dritten ausführen zu lassen und den vorläufig zu bestimmenden Kostenbetrag zwangsweise von dem Verpflichteten einzuziehen; ist die Leistung durch einen Dritten unmöglich oder der Verpflichtete zur Tragung der daraus entstehenden Kosten unfähig, oder soll eine Unterlassung erzwungen werden, so haben die Behörden Geldstrafen anzudrohen und festzusetzen, und zwar die hier in Rede stehenden Ortspolizeibehörden bis zu 60 Mark, in Stadtkreisen bis zu 150 Mark. Der Ausführung durch einen Dritten sowie der Straffestsetzung muss immer eine schriftliche Androhung vorausgehen; soll eine Handlung erzwungen werden, so ist für deren Ausführung eine Frist zu bestimmen, sofern nicht dringende Gefahr im Verzuge ist. (Vergl. § 132 a. a. O. und § 120 d Abs. 2 der Gew.-Ordn.) Gegen die Androhung des Zwangsmittels, die übrigens sogleich mit der Verfügung, um deren Durchsetzung es sich handelt, verbunden werden kann, finden dieselben Rechtsmittel statt wie gegen die Verfügung, im vorliegenden Falle also nur die nach § 120 d Abs. 4 der Gew.-Ordn. zugelassene Beschwerde bei der höheren Verwaltungsbehörde und demnächst bei der Zentralbehörde. Ist dieses Rechtsmittel erschöpft und schreitet demnach die Polizeibehörde zur Festsetzung und Ausführung des Zwangsmittels, so sind etwaige Beschwerden darüber binnen zwei Wochen im Aufsichtswege anzubringen (§ 133 des preuss. Landesverwaltungsgesetzes vom 30. Juli 1883).

Ist die Verfügung durch Beschwerde angefochten, so darf sie vor endgültiger Entscheidung nur dann zur Ausführung gebracht werden, wenn letztere nach dem Ermessen der Behörde ohne Nachteil für das Gemeinwohl nicht ausgesetzt bleiben kann. Als ein solcher Nachteil ist eine erhebliche Gefährdung des Lebens, der Gesundheit und der Sittlichkeit der Arbeiter anzusehen[1]).

d. Neben den zu c bezeichneten polizeilichen Zwangsmitteln steht zur Durchführung rechtskräftiger, auf Grund des § 120 d erlassener Verfügungen auch noch die Strafvorschrift des § 147 Ziffer 4 der Gew.-Ordn. (vergl. oben S. 1015) zu Gebote. Die preussische Ausführungsanweisung schreibt vor, dass in der Regel zunächst das gerichtliche Verfahren einzuleiten und zur Anwendung polizeilicher Zwangsmittel nur zu schreiten ist, wenn auch nach rechtskräftiger Verurteilung die angeordnete Maass-

[1]) Vergl. Ausführungsanweisung vom 26. Februar 1892 (Min.-Bl. f. d. inn. Verw. S. 89), Abschnitt C.

nahme nicht getroffen wird und ihre Nichtausführung eine unmittelbare und erhebliche Gefahr für Leben, Gesundheit oder Sittlichkeit der Arbeiter zur Folge hat. Zu der in § 147 Abs. 4 vorgesehenen polizeilichen Einstellung des Betriebes oder Betriebsteiles ist nur bei rechtskräftigen Verfügungen zu schreiten und vorher die gutachtliche Äusserung des Gewerbeaufsichtsbeamten einzuholen. Die Einstellung ist nur so weit anzuordnen, als es zur Beseitigung erheblicher Nachteile oder Gefahren unbedingt erforderlich ist[1]).

e. Wegen der Berufsgenossenschaften und ihrer Organe vergl. Abschnitt D dieser Abhandlung.

Während die Bestimmungen des § 120a bis d die Durchführung gewisser Grundsätze des Arbeiterschutzes durch polizeiliche Verfügung an einzelne Unternehmer regeln, gestattet § 120e entsprechend der Vorschrift des älteren § 120 Abs. 3 (vergl. oben S. 1012) auch noch den Erlass allgemeiner, für ganze gewerbliche Betriebszweige (nicht bloss Fabriken) geltender Vorschriften:

§ 120e. Durch Beschluss des Bundesrats können Vorschriften darüber erlassen werden, welchen Anforderungen in bestimmten Arten von Anlagen zur Durchführung der in dem § 120a bis c enthaltenen Grundsätze zu genügen ist.

Soweit solche Vorschriften durch Beschluss des Bundesrats nicht erlassen sind, können dieselben durch Anordnung der Landes-Zentralbehörden oder durch Polizeiverordnungen der zum Erlass solcher berechtigten Behörden erlassen werden. Vor dem Erlass solcher Anordnungen und Polizeiverordnungen ist den Vorständen der beteiligten Berufsgenossenschaften oder Berufsgenossenschafts-Sektionen Gelegenheit zu einer gutachtlichen Äusserung zu geben. Auf diese finden die Bestimmungen des § 79 Abs. 1 des Gesetzes, betreffend die Unfallversicherung der Arbeiter, vom 6. Juli 1884 Anwendung[2]).

Durch Beschluss des Bundesrats können für solche Gewerbe, in welchen durch übermässige Dauer der täglichen Arbeitszeit die Gesundheit der Arbeiter gefährdet wird, Dauer, Beginn und Ende der zulässigen täglichen Arbeitszeit und der zu gewährenden Pausen vorgeschrieben und die zur Durchführung dieser Vorschriften erforderlichen Anordnungen erlassen werden.

Die durch Beschluss des Bundesrats erlassenen Vorschriften sind durch das Reichs-Gesetzblatt zu veröffentlichen und dem Reichstag bei seinem nächsten Zusammentritt zur Kenntnisnahme vorzulegen.

Neu ist in diesen Bestimmungen gegenüber denjenigen des älteren § 120 Abs. 3 (vergl. oben S. 1012) im wesentlichen die Verpflichtung zur Einholung einer gutachtlichen Äusserung der beteiligten Berufsgenossenschaften oder Sektionen vor dem Erlass einschlägiger Polizeiverordnungen oder

[1]) Vergl. Ausführungsanweisung vom 26. Februar 1892 (Min.-Bl. f. d. inn. Verw. S. 89), Abschnitt C.

[2]) Anhörung der Arbeitervertreter (vergl. Abschnitt D).

Anordnungen der Landes-Zentralbehörden, sowie die Übertragung der Befugnis zur Einführung eines Höchstarbeitstages für gewisse Gewerbe an den Bundesrat behufs Vermeidung einer Gefährdung der Gesundheit der Arbeiter durch übermässige tägliche Arbeitszeit[1]).

Der Bundesrat hat beiläufig von der Befugnis des neuen § 120 Abs. 3 bisher noch keinen Gebrauch gemacht. Die seit 1892 bestehende, aus Beamten und Mitgliedern des Reichstages bestehende Kommission für Arbeiterstatistik hat zunächst das Bäckerei- und Konditor-, nächstdem das Handelsgewerbe und den Kellnerberuf zum Gegenstande von Untersuchungen über die Dauer der Arbeitszeit gemacht.

Dagegen waren schon auf Grund des älteren § 120 Abs. 3 vom Bundesrate Schutzvorschriften für Bleifarben- und Bleizuckerfabriken (Bek. vom 12. April 1886) und für Anlagen zur Anfertigung von Zigarren (Bek. vom 9. Mai 1888) erlassen worden, ebenso schon früher, zugleich auf Grund des Reichsgesetzes, betreffend die Anfertigung und Verzollung von Zündhölzern vom 13. Mai 1884 für Anlagen, welche zur Anfertigung von Zündhölzern unter Verwendung von weissem Phosphor dienten (Bek. vom 11. Juli 1884). Zuwiderhandlungen gegen jene Vorschriften unterlagen der allgemeinen Strafvorschrift des älteren § 147 Abs. 1 Ziffer 4 (vergl. oben S. 1012). An deren Stelle ist jetzt die neue Bestimmung wegen Zuwiderhandlungen gegen die auf Grund des § 120 e erlassenen Vorschriften getreten (vergl. oben S. 1018). Es war notwendig, die älteren Bekanntmachungen auf diesen neuen Rechtsboden zu stellen; zu diesem Zwecke sind sie nach dem Inkrafttreten des neuen § 120 e neu veröffentlicht worden.[2]) Die Bekanntmachungen für Bleifarben- und

[1]) Bei Betrieben, die nicht bloss aus Rücksicht auf die Dauer der Arbeitszeit gesundheitsgefährlich erschienen, konnte der Bundesrat schon auf Grund des § 120 Abs. 3 in der Fassung von 1878 auch die Arbeitszeit begrenzen. Geschehen war dies — auf 12 Stunden binnen 24 Stunden — für Arbeiter, die mit bleiischen Stoffen oder Produkten in Berührung kommen, durch Bek. vom 12. April 1886 (R.-G.-Bl. 69).

[2]) Sie lauten jetzt in ihrem wesentlichen Inhalte folgendermaassen:

I. Bekanntmachung, betr. Einrichtung und Betrieb von Anlagen zur Anfertigung von Zündhölzern unter Verwendung von weissem Phosphor vom 8. Juli 1893 (R.-G.-Bl. S. 209).

§ 1. Für jede der nachfolgend bezeichneten Verrichtungen: a. das Zubereiten der Zündmasse, b. das Betunken der Hölzer, c. das Trocknen der betunkten Hölzer, d. das Abfüllen der Hölzer und ihre erste Verpackung müssen besondere Räume vorhanden sein. Diese Räume dürfen nur unter einander, nicht aber mit anderen Arbeitsräumen oder mit Wohn- und Geschäftsräumen in unmittelbarer Verbindung stehen. Es ist indessen eine unmittelbare Verbindung des für das Betunken der Hölzer bestimmten Raumes mit dem Einlegeraum, sowie des für das Abfüllen und die erste Verpackung der Hölzer bestimmten Raumes mit den Lagerräumen für fertige Waare gestattet. In jedem der bezeichneten Räume dürfen ausschliesslich diejenigen Arbeiten vorgenommen

Bleizuckerfabriken, sowie für Zigarrenverfertigung beruhen zugleich auf § 139a der Gew.-Ordn. (vergl. unten S. 1029).

werden, für welche derselbe bestimmt ist; jedoch ist es erlaubt, in den zum Betunken der Hölzer bestimmten Räumen (b) auch das Schwefeln und Paraffinieren der Hölzer vorzunehmen.

§ 2. Die Räume, in welchen die im § 1 unter a, b, d bezeichneten Verrichtungen vorgenommen werden, müssen mindestens fünf Meter hoch, die Räume unter b und d feuersicher abgedeckt, die Trockenräume (c) in ihrem ganzen Umfange feuersicher hergestellt sein. Die Wände der Räume, in welchen die unter a, b, d bezeichneten Verrichtungen vorgenommen werden, müssen mit einem Anstrich von Kalkmilch versehen sein, welcher mindestens einmal halbjährlich zu erneuern ist, nachdem der frühere Anstrich gut abgerieben ist.

§ 3. Die Räume, in welchen Zündmasse bereitet wird, müssen so eingerichtet sein, dass ein beständiger Luftwechsel stattfindet, welcher ausreicht, um entstehende Phosphordämpfe sofort abzuführen.

Die Bereitung der Zündmasse darf nur in luftdicht geschlossenen Gefässen stattfinden, deren Füllöffnung so einzurichten ist, dass sie zugleich als Sicherheitsventil wirkt. Gefässe, in welchen Zündmasse enthalten ist, müssen stets gut bedeckt gehalten werden.

§ 4. Das Betunken der Hölzer muss mittels solcher Vorrichtungen geschehen, welche das Eindringen der Phosphordämpfe in die Arbeitsräume ausschliessen. Wird erwärmte Tunkmasse verwendet, so dürfen zum Betunken nur Vorrichtungen benutzt werden, welche für diesen Zweck von der höheren Verwaltungsbehörde besonders genehmigt sind.

§ 5. Die Räume, in welche betunkte Hölzer zum Trocknen gebracht werden, müssen ausreichend ventiliert sein. In künstlich erwärmten Trockenräumen darf die Temperatur fünfunddreissig Grad Celsius nicht übersteigen. In jedem Trockenraum ist ein Thermometer anzubringen, an welchem durch eine in die Augen fallende, von aussen wahrnehmbare Marke der höchste zulässige Temperaturgrad bezeichnet ist.

Das Beschicken und Entleeren der Räume darf, sofern dazu das Betreten der letzteren erforderlich ist, nur stattfinden, wenn vorher mindestens eine halbe Stunde lang durch Öffnen der Thüren und Fenster oder durch besondere Ventilationsvorrichtungen ein völliger Luftwechsel hergestellt ist.

§ 6. Die Abfüllräume, und sofern die erste Verpackung der Hölzer in besonderen Räumen erfolgt, auch diese, müssen so bemessen sein, dass für jeden der darin beschäftigten Arbeiter ein Luftraum von mindestens 10 cbm vorhanden ist. Die gedachten Räume müssen mit Fenstern, welche geöffnet werden können, und mit ausreichend wirkenden Ventilationseinrichtungen versehen sein.

§ 7. Die in § 1 unter a, b, d bezeichneten Räume müssen täglich nach Beendigung der Arbeit gereinigt werden. Die dabei zu sammelnden Abfälle sind sofort nach beendigter Reinigung der Räume zu verbrennen.

§ 8. Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass die Arbeiter, welche in den im § 1 a bis d bezeichneten Räumen beschäftigt sind, einen besonderen Oberanzug oder eine auch den Oberkörper deckende Schürze tragen, und dass dieselben diese Kleidungsstücke jedesmal beim Verlassen der Arbeitsräume in einem besonderen, getrennt von den letzteren herzurichtenden Raum ablegen und zurücklassen. In diesem Raum müssen abgesonderte Behälter zum Aufhängen der Arbeitsanzüge und der gewöhnlichen Kleidungsstücke, welche vor Beginn der Arbeit abgelegt werden, vorhanden sein.

Die Landes-Zentralbehörden der Bundesstaaten, sowie die zum Erlasse von Polizeiverordnungen berechtigten Behörden (in Preussen Ober-

§ 9. Der Arbeitgeber darf nicht gestatten, dass die Arbeiter Nahrungsmittel in die Arbeitsräume mitbringen oder in denselben verzehren. Er hat dafür zu sorgen, dass das Einnehmen der Mahlzeiten nur in Räumen geschieht, welche von den Arbeitsräumen, sowie von den An- und Auskleideräumen vollständig getrennt sind. Auch müssen ausserhalb der Arbeitsräume Vorrichtungen zum Erwärmen der Speisen vorhanden sein.

§ 10. Ausserhalb der Arbeitsräume, aber in unmittelbarer Nähe derselben, müssen für die Zahl der darin beschäftigten Arbeiter ausreichende Wascheinrichtungen angebracht und Gefässe zum Zwecke des Mundausspülens in genügender Anzahl aufgestellt sein.

§ 11. Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass die Arbeiter vor dem Einnehmen der Mahlzeiten, sowie vor dem Verlassen der Fabrik sich die Hände gründlich reinigen, den Mund mit Wasser ausspülen und die während der Arbeit benutzten Oberkleider oder Schürzen ablegen.

§ 12. Der Arbeitgeber darf in den im § 1 unter a bis d bezeichneten Räumen nur Personen zur Beschäftigung zulassen, welche eine Bescheinigung eines approbierten Arztes darüber beibringen, dass sie nicht an der Phosphornekrose leiden und vermöge ihrer Körperbeschaffenheit der Gefahr, von dieser Krankheit befallen zu werden, nicht in besonderem Maasse ausgesetzt sind.

Die Bescheinigungen sind zu sammeln, aufzubewahren und dem Aufsichtsbeamten (§ 139 b der Gewerbeordnung) auf Verlangen vorzulegen.

§ 13. Der Arbeitgeber hat die Überwachung des Gesundheitszustandes der von ihm beschäftigten Arbeiter einem, dem Aufsichtsbeamten (§ 139 b der Gewerbeordnung) namhaft zu machenden approbierten Arzte zu übertragen, welcher vierteljährlich mindestens einmal eine Untersuchung der Arbeiter vorzunehmen und den Arbeitgeber von jedem ermittelten Falle einer Erkrankung von Phosphornekrose in Kenntnis zu setzen hat.

Der Arbeitgeber ist verpflichtet, von jeder unter den Arbeitern vorkommenden Erkrankung an Phosphornekrose, sobald er durch den Fabrikarzt oder auf andere Weise davon Kenntnis erhält, dem Aufsichtsbeamten schriftliche Anzeige zu erstatten. Er darf an der Phosphornekrose erkrankte Arbeiter nicht ferner in den im § 1 a bis d bezeichneten Räumen beschäftigen.

§ 14 enthält Bestimmungen über ein vom Arbeitgeber zu führendes Krankenbuch, § 15 über die Bekanntgabe obiger Bestimmungen an die Arbeiter; § 16 schreibt die Revision der Anlage vor ihrer Errichtung durch den Gewerbeaufsichtsbeamten vor; § 17 handelt von der polizeilichen Verhinderung des Betriebes bei Zuwiderhandlungen; § 18 enthält Übergangsbestimmungen.

II. Bekanntmachung, betr. Einrichtung und Betrieb der Bleifarben- und Bleizuckerfabriken vom 8. Juli 1893 (R.-G.-Bl. S. 213).

§ 1. Sämtliche Arbeitsräume der Anlagen, in welchen Bleifarben oder Bleizucker hergestellt werden, müssen geräumig und hoch hergestellt, kräftig ventiliert, feucht und rein gehalten werden. Das Eintreten bleihaltigen Staubes sowie bleihaltiger Gase und Dämpfe in dieselben muss durch geeignete Vorrichtungen verhindert werden.

§ 2. Staubentwickelnde Apparate müssen an allen Fugen durch dicke Lagen von

präsidenten, Regierungspräsidenten, Landräte, Ortspolizeibehörden; vergl. Landesverwaltungsgesetz vom 30. Juli 1883), welche nach § 120 e

Filz oder Wollenzeug oder durch Vorrichtungen von gleicher Wirkung so abgedichtet sein, dass das Eindringen des Staubes in den Arbeitsraum verhindert wird.

Apparate dieser Art müssen mit Einrichtungen versehen sein, welche eine Spannung der Luft in denselben verhindern. Sie dürfen erst dann geöffnet werden, wenn der in ihnen entwickelte Staub sich abgesetzt hat und völlig abgekühlt ist.

§ 3. Beim Trockenmahlen, Packen, Beschicken und Entleeren der Glätte- und Mennigeöfen, beim Mennigebeuteln und bei sonstigen Operationen, bei welchen das Eintreten von Staub in den Arbeitsraum stattfinden kann, muss durch Absauge- und Abführungsvorkehrungen an der Eintrittsstelle die Verbreitung des Staubes in den Arbeitsraum verhindert werden.

§ 4. Arbeitsräume, welche gegen das Eindringen bleihaltigen Staubes oder bleihaltiger Gase und Dämpfe durch die in den §§ 1 und 2 vorgeschriebenen Einrichtungen nicht vollständig geschützt werden können, sind gegen andere Arbeitsräume so abzuschliessen, dass in die letzteren Staub, Gase oder Dämpfe nicht eindringen können.

§ 5 enthält eingehende Bestimmungen über die Feuchthaltung der Oxydierkammern und Rotbleiweissvorräte; § 6 solche über den Transport und die Verarbeitung nasser Bleifarbenvorräte, sowie das Auspressen von Bleiweissschlamm.

§ 7. In Anlagen, welche zur Herstellung von Bleifarben und Bleizucker dienen, darf jugendlichen Arbeitern die Beschäftigung und der Aufenthalt nicht gestattet werden. Arbeiterinnen dürfen innerhalb derartiger Anlagen nur in solchen Räumen und nur zu solchen Verrichtungen zugelassen werden, welche sie mit bleiischen Produkten nicht in Berührung bringen.

Diese Bestimmungen haben bis zum 1. Mai 1903 Giltigkeit.

§ 8. Der Arbeitgeber darf in Räumen, in welchen Bleifarben oder Bleizucker hergestellt oder verpackt werden, nur solche Personen zur Beschäftigung zulassen, welche eine Bescheinigung eines approbierten Arztes darüber beibringen, dass sie weder schwächlich, noch mit Lungen-, Nieren- oder Magenleiden oder mit Alkoholismus behaftet sind. Die Bescheinigungen sind zu sammeln, aufzubewahren und dem Aufsichtsbeamten (§ 139 b der Gewerbeordnung) auf Verlangen vorzulegen.

§ 8. Arbeiter, welche bei ihrer Beschäftigung mit bleiischen Stoffen oder Produkten in Berührung kommen, dürfen innerhalb eines Zeitraumes von vierundzwanzig Stunden nicht länger als zwölf Stunden beschäftigt werden.

§§ 10 bis 13 enthalten Bestimmungen über schützende Kleidung und Mütze bezw. das Tragen von Respiratoren, Mundschwämmen und Handschuhen.

§ 14. In einem staubfreien Teile der Anlage muss für die Arbeiter ein Wasch- und Ankleideraum und getrennt davon ein Speiseraum vorhanden sein. Beide Räume müssen sauber und staubfrei gehalten und während der kalten Jahreszeit geheizt werden.

In dem Wasch- und Ankleideraume müssen Gefässe zum Zweck des Mundausspülens, Seife und Handtücher, sowie Einrichtungen zur Verwahrung derjenigen gewöhnlichen Kleidungsstücke, welche vor Beginn der Arbeit abgelegt werden, in ausreichender Menge vorhanden sein.

In dem Speiseraum oder an einer anderen geeigneten Stelle müssen sich Vorrichtungen zum Erwärmen der Speisen befinden.

Arbeitgeber, welche fünf oder mehr Arbeiter beschäftigen, haben diesen wenigstens einmal wöchentlich Gelegenheit zu geben, ein warmes Bad zu nehmen.

Abs. 2, soweit nicht der Bundesrat Schutzvorschriften erlassen hat, dazu berufen sind, hatten schon früher auf Grund ihrer landesgesetz-

§ 15 enthält ähnliche Bestimmungen über die Gesundheitskontrolle wie § 13 der unter I. abgedruckten Bekanntmachung, doch ist die ärztliche Untersuchung allmonatlich vorgeschrieben.

§ 16 enthält Bestimmungen über die Führung eines Krankenbuches, § 17 über eine zu erlassende Arbeitsordnung, §§ 18 bis 21 entsprechen den §§ 15 bis 18 der Bekanntmachung zu I. für Zündholzfabriken.

III. Bekanntmachung, betreffend Einrichtung und Betrieb der zur Anfertigung von Zigarren bestimmten Anlagen vom 8. Juli 1893 (R.-G.-Bl. S. 218).

§ 1. Die nachstehenden Vorschriften finden Anwendung auf alle Anlagen, in welchen zur Herstellung von Zigarren erforderliche Verrichtungen vorgenommen werden, sofern in den Anlagen Personen beschäftigt werden, welche nicht zu den Familiengliedern des Unternehmers gehören.

§ 2. Das Abrippen des Tabaks, die Anfertigung und das Sortieren der Zigarren darf in Räumen, deren Fussboden 0,5 m unter dem Strassenniveau liegt, überhaupt nicht, und in Räumen, welche unter dem Dache liegen, nur dann vorgenommen werden, wenn das Dach mit Verschalung versehen ist.

Die Arbeitsräume, in welchen die bezeichneten Verrichtungen vorgenommen werden, dürfen weder als Wohn-, Schlaf-, Koch- oder Vorratsräume noch als Lager- oder Trockenräume benutzt werden. Die Zugänge zu benachbarten Räumen dieser Art müssen mit verschliessbaren Thüren versehen sein, welche während der Arbeitszeit geschlossen sein müssen.

§ 3. Die Arbeitsräume (§ 2) müssen mindestens 3 m hoch und mit Fenstern versehen sein, welche nach Zahl und Grösse ausreichen, um für alle Arbeitsstellen hinreichendes Licht zu gewähren. Die Fenster müssen so eingerichtet sein, dass sie wenigstens für die Hälfte ihres Flächenraumes geöffnet werden können.

§ 4. Die Arbeitsräume müssen mit einem festen und dichten Fussboden versehen sein.

§ 5. Die Zahl der in jedem Arbeitsraum beschäftigten Personen muss so bemessen sein, dass auf jede derselben mindestens 7 cbm Luftraum entfallen.

§ 6. In den Arbeitsräumen dürfen Vorräte von Tabak und Halbfabrikaten nur in der für eine Tagesarbeit erforderlichen Menge und nur die im Laufe des Tages angefertigten Zigarren vorhanden sein. Alles weitere Lagern von Tabak und Halbfabrikaten, sowie das Trocknen von Tabak, Abfällen und Wickeln in den Arbeitsräumen auch ausserhalb der Arbeitszeit ist untersagt.

§ 7. Die Arbeitsräume müssen täglich zweimal mindestens eine halbe Stunde lang, und zwar während der Mittagspause und nach Beendigung der Arbeitszeit, durch vollständiges Öffnen der Fenster und der nicht in Wohn-, Schlaf-, Koch- oder Vorratsräume führenden Thüren gelüftet werden. Während dieser Zeit darf den Arbeitern der Aufenthalt in den Arbeitsräumen nicht gestattet werden.

§ 8. Die Fussböden und Arbeitstische müssen täglich mindestens einmal durch Abwaschen oder feuchtes Abreiben vom Staube gereinigt werden.

§ 9. Kleidungsstücke, welche von den Arbeitern für die Arbeitszeit abgelegt werden, sind ausserhalb der Arbeitsräume aufzubewahren. Innerhalb der Arbeitsräume ist die Aufbewahrung nur gestattet, wenn dieselbe in ausschliesslich dazu bestimmten

lichen Zuständigkeit auf diesem Gebiete vielfach eingegriffen. Zu erwähnen sind u. a. die preussischen Ministerialerlasse vom 14. September 1846 und 31. Mai 1856 über bauliche und Betriebseinrichtungen von Pulverfabriken, vom 29. Oktober 1857 und 19. Januar 1872 über die Anlage von Zündholzfabriken, vom 10. März 1856 über die Anlage von Gasbereitungsanstalten, vom 23. September 1855 über die Anlage chemischer Fabriken, vom 10. Juni 1865 desgleichen von Anilinfabriken, vom 20. April 1871 über die Anlage von Fabriken zur Herstellung von Nitroglyzerinpräparaten und vom 18. Mai 1889 über die Einrichtung und den Betrieb von Spiegelbeleganstalten (ebenso in Bayern vom 30. Juli 1889), endlich eine sehr eingehende, auf sämtliche gewerbliche Anlagen bezügliche Regierungsverordnung für das Fürstentum Reuss ä. L. vom 12. Juli 1878. Hierzu kommt eine Reihe von Vorschriften der Bezirksbehörden; abgesehen von zahlreichen schon vor Erlass der Gewerbe-

verschliessbaren Schränken erfolgt. Die letzteren müssen während der Arbeitszeit geschlossen sein.

§ 10. Auf Antrag des Unternehmers können Abweichungen von den Vorschriften der §§ 3, 5, 7 durch die höhere Verwaltungsbehörde zugelassen werden, wenn die Arbeitsräume mit einer ausreichenden Ventilationseinrichtung versehen sind.

Desgleichen kann auf Antrag des Unternehmers durch die höhere Verwaltungsbehörde eine geringere als die im § 3 vorgeschriebene Höhe für solche Arbeitsräume zugelassen werden, in welchen den Arbeitern ein grösserer als der im § 5 vorgeschriebene Luftraum gewährt wird.

§ 11. Die Beschäftigung von Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern ist bis zum 1. Mai 1903 gestattet, wenn die nachstehenden Vorschriften beobachtet werden:

1. Arbeiterinnen und jugendliche Arbeiter müssen im unmittelbaren Arbeitsverhältnis zu dem Betriebsunternehmer stehen. Das Annehmen und Ablohnen derselben durch andere Arbeiter oder für deren Rechnung ist nicht gestattet.

2. Für männliche und weibliche Arbeiter müssen getrennte Aborte mit besonderen Eingängen und, sofern vor Beginn und nach Beendigung der Arbeit ein Wechseln der Kleider stattfindet, getrennte Aus- und Ankleideräume vorhanden sein.

Die Vorschrift unter Ziffer 1 findet auf Arbeiter, welche zu einander in dem Verhältnis von Ehegatten, Geschwistern oder von Aszendenten und Deszendenten stehen, die Vorschrift unter Ziffer 2 auf Betriebe, in welchen nicht über zehn Arbeiter beschäftigt werden, keine Anwendung.

§ 12. An der Eingangsthür jedes Arbeitsraumes muss ein von der Ortspolizeibehörde zur Bestätigung der Richtigkeit seines Inhalts unterzeichneter Aushang befestigt sei, aus welchem ersichtlich ist:

1. die Länge, Breite und Höhe des Arbeitsraumes,
2. der Inhalt des Luftraumes in Kubikmeter,
3. die Zahl der Arbeiter, welche demnach in dem Arbeitsraum beschäftigt werden darf.

In jedem Arbeitsraum muss eine Tafel ausgehängt sein, welche in deutlicher Schrift die Bestimmungen der §§ 2 bis 11 wiedergiebt.

§ 13 enthält Übergangsbestimmungen.

ordnung von 1869 ergangenen Verordnungen über bauliche Anlage und Einrichtung von Fabriketablissements, über die Kleidung der an Maschinen beschäftigten Arbeiter, über die Verhütung von Krankheiten durch Phosphor, über Schutzvorrichtungen an umlaufenden Maschinen, über den Schutz der Arbeiter in Nadelschleifräumen, über die Sicherung der Arbeiter in Pulverfabriken, über die Einrichtung der Arbeitsräume in Tabaks- und Zigarrenfabriken, über die Verhütung von Explosionen in Gasbereitungsanstalten u. a. m.[1]) ist hier aus der Zeit nach 1869 etwa folgendes hervorzuheben:[2])

a. Vorschriften allgemeiner Natur über Art und Umfang des Betriebes, die Arbeitsräume, deren Zugänglichkeit, Erhellung und Ventilation u. s. w. bieten die Verordnungen der Regierungen bezw. Regierungspräsidenten von Potsdam (17. Juni 1874), Frankfurt a. O. (22. November 1872), Merseburg (20. Dezember 1872), Wiesbaden (19. Februar 1873 und 16. Mai 1874), Münster (13. August 1873), Lüneburg (8. Mai 1874), Kassel (8. Mai 1874 und 3. Juli 1876), Düsseldorf (13. Oktober 1874), Trier (14. März 1875), Aachen (3. Mai 1876) und Koblenz (14. Januar 1890).

b. Auf einzelne Arten von Anlagen beziehen sich u. a. die Vorschriften der Regierungen zu Wiesbaden (9. Februar 1873) über die Benutzung bleihaltiger Glasschmelze in Fayence- und Thonfabriken, der Regierungen zu Arnsberg (13. Mai 1873 und 21. Dezember 1889), Düsseldorf (7. Juli 1875) und Kassel (6. Dezember 1876) zum Schutze gegen Staub in Schleifereien, der Regierungen zu Oppeln (21. Juni 1874) und Merseburg (12. Februar 1877) über die bauliche Einrichtung und den Betrieb von Tabaks- und Zigarrenfabriken, der Regierung zu Erfurt (18. August 1894) über die Einrichtung und den Betrieb der zur Herstellung von Kautabak bestimmten Anlagen, der Regierung zu Breslau (8. Februar 1876) zur Verhütung von Gesundheitsschädigungen in Zündwaarenfabriken, des Oberpräsidenten von Schlesien (5. Januar 1889), der Regierung zu Koblenz (31. Oktober 1880), Köln (20. März 1882 und 24. September 1886), Trier (29. November 1887), Sigmaringen (8. Mai 1890), Düsseldorf (23. Dezember 1890) und Arnsberg (12. März 1891) über die Anlage und den Betrieb von Steinbrüchen und Gräbereien, der Regierung zu Frankfurt a. O. (11. Juni 1888) über die Anlage und den

[1]) Vergl. hierzu für die älteren Jahrgänge Jacobi, Die Gewerbegesetzgebung im Deutschen Reiche, Berlin 1874, S. 351 ff. und Dehn, Arbeiterschutzmaassregeln gegen Unfall und Krankheitsgefahren, 1882, S. 4 ff.

[2]) Vergl. H. Albrecht, Der Schutz gewerblicher Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit. Schmoller's Jahrbuch für Gesetzgebung, Verwaltung und Volkswirtschaft XIV, 1, S. 127 ff.

Betrieb von Brikettfabriken, sowie des Regierungspräsidenten zu Stralsund (27. November 1888) über den Abbau von Kreide auf Rügen; weiter des Polizeipräsidenten zu Berlin (9. April 1888) und des Regierungspräsidenten zu Schleswig (1. Februar 1889) über den Betrieb von Mineralwasserfabriken, des Regierungspräsidenten zu Kassel (15. Februar 1889) über die Arbeit in Tierhaarfabriken und die Verordnungen des Polizeipräsidenten von Berlin zur Verhütung von Bleivergiftungen in Ofenfabriken (22. Januar 1888), von Gesundheitsschädigungen in Fabriken, in denen Glühlampen unter Benutzung von Quecksilberluftpumpen hergestellt werden (22. November 1888) und über die Einrichtung von Metallbrennereien (21. November 1890). Der Polizeipräsident von Frankfurt a. M. hat u. a. unter dem 23. September 1891 eine Verordnung über den Betrieb von Anlagen zur Gewinnung von Phosphorit vom 29. September 1868 wieder in Erinnerung gebracht.

Besonders zahlreich sind endlich die Schutzvorschriften der preussischen Oberbergämter, denen nach § 197 des preussischen Berggesetzes vom 24. Juni 1865/1892 für die unter Aufsicht der Bergbehörden stehenden Betriebe die gleichen Verordnungsrechte zum Schutze des Lebens und der Gesundheit der Arbeiter zustehen wie dem Bundesrate und den Gewerbepolizeibehörden nach der Gewerbeordnung, bezw. nach den landesgesetzlichen Vorschriften. Zu verweisen ist hier insbesondere auf die allgemeinen Bergpolizeiverordnungen der Oberbergämter zu Bonn (8. November 1867 und 1. Mai 1894), Klausthal (5. Juni 1869), Halle (15. Juli 1873 und 10. Dezember 1884) und Breslau (2. Januar 1888), sowie auf die Bergpolizeiverordnungen des Oberbergamts zu Dortmund vom 6. Oktober 1887, 12. Oktober 1887, 1. Juli 1888, 4. Juli 1888 und 28. Mai 1894; wegen der Salinen auf die Bergpolizeiverordnung des Oberbergamts zu Halle vom 21. Mai 1881; wegen der Braunkohlen-Brikettfabriken auf die Bergpolizeiverordnungen der Oberbergämter zu Halle (28. Mai 1887), Klausthal (15. Juli 1890), Breslau (15. Juli 1891), Bonn (23. Januar 1893) u. s. w.

B. Besondere Vorschriften zum Schutze der Frauen und Kinder.

Während die Vorschriften des § 120a bis e für alle Arten gewerblicher Anlagen gelten, bestehen für Fabriken und gleichgestellte Anlagen[1]) noch besondere Vorschriften hinsichtlich der Beschäftigung von

[1]) Es sind dies nach § 154 Abs. 2 der Gew.-Ordn. Hüttenwerke, Zimmerplätze und andere Bauhöfe, Werften, sowie solche Ziegeleien, über Tage betriebenen Brüche und

jugendlichen Arbeitern und von Arbeiterinnen. Die meisten derselben dienen zwar nicht ausschliesslich, wohl aber wesentlich dem Schutze von Gesundheit und Sittlichkeit und sollen deshalb der Vollständigkeit wegen hier sämtlich mit angeführt werden. Sie lauten, nachdem die Gewerbenovelle vom 1. Juni 1891 sie in wesentlichen Punkten erweitert, insbesondere die Arbeit von Kindern unter dreizehn (früher zwölf) Jahren, sowie die Nachtarbeit erwachsener Arbeiterinnen verboten hat, folgendermaassen:

§ 135. Kinder unter dreizehn Jahren dürfen in Fabriken nicht beschäftigt werden. Kinder über dreizehn Jahre dürfen in Fabriken nur beschäftigt werden, wenn sie nicht mehr zum Besuche der Volksschule verpflichtet sind.

Die Beschäftigung von Kindern unter vierzehn Jahren darf die Dauer von sechs Stunden täglich nicht überschreiten.

Junge Leute zwischen vierzehn und sechzehn Jahren dürfen in Fabriken nicht länger als zehn Stunden täglich beschäftigt werden.

§ 136. Die Arbeitsstunden der jugendlichen Arbeiter (§ 135) dürfen nicht vor fünfeinhalb Uhr morgens beginnen und nicht über achteinhalb Uhr abends dauern. Zwischen den Arbeitsstunden müssen an jedem Arbeitstage regelmässige Pausen gewährt werden. Für jugendliche Arbeiter, welche nur sechs Stunden täglich beschäftigt werden, muss die Pause mindestens eine halbe Stunde betragen. Den übrigen jugendlichen Arbeitern muss mindestens mittags eine einstündige, sowie vormittags und nachmittags je eine halbstündige Pause gewährt werden.

Während der Pausen darf den jugendlichen Arbeitern eine Beschäftigung in dem Fabrikbetriebe überhaupt nicht und der Aufenthalt in den Arbeitsräumen nur dann gestattet werden, wenn in denselben diejenigen Teile des Betriebes, in welchen jugendliche Arbeiter beschäftigt sind, für die Zeit der Pausen völlig eingestellt werden, oder wenn der Aufenthalt im Freien nicht thunlich oder andere geeignete Aufenthaltsräume ohne unverhältnismässige Schwierigkeiten nicht beschafft werden können.

Gruben, welche nicht bloss vorübergehend oder in geringem Umfange betrieben werden; nach § 154 a der Gew.-Ordn. ferner Bergwerke, Salinen, Aufbereitungsanstalten und unterirdisch betriebene Brüche und Gruben.

Nach § 154 Abs. 3 a. a. O. in Verbindung mit Art. 9 des Reichsgesetzes vom 1. Juni 1891 werden ferner, sobald mit Zustimmung des Bundesrates eine entsprechende Kaiserliche Verordnung ergeht, auch die Werkstätten, in welchen durch elementare Kraft (Dampf, Wind, Wasser, Gas, Luft, Elektrizität u. s. w.) bewegte Triebwerke nicht bloss vorübergehend zur Verwendung kommen, den Fabriken in Hinsicht der §§ 135 bis 139 b gleichgestellt werden; in gleicher Weise können nach § 154 Abs. 4 der Gew.-Ordn. diese Bestimmungen auch auf andere Werkstätten und auf Bauten ausgedehnt werden.

Werkstätten, in deren Betrieb eine regelmässige Benutzung von Dampfkraft stattfindet, waren schon nach der Gewerbenovelle von 1878 den Fabriken gleichgestellt, d. h. es fanden die Schutzvorschriften jener Novelle auf sie Anwendung. Ob sie vor Erlass der vorbezeichneten Verordnung auch den erweiterten Schutzvorschriften der Novelle vom 1. Juni 1891 zu unterstellen sind, ist streitig geworden; die preussische Ausführungsanweisung vom 26. Februar 1892 verneint indessen die Frage ausdrücklich und erklärt bis zum Erlasse jener Verordnung lediglich die älteren Schutzvorschriften als anwendbar auf diese Werkstätten.

An Sonn- und Festtagen, sowie während der von dem ordentlichen Seelsorger für den Katechumenen- und Konfirmanden-, Beicht- und Kommunionunterricht bestimmten Stunden dürfen jugendliche Arbeiter nicht beschäftigt werden.

§ 137. Arbeiterinnen dürfen in Fabriken nicht in der Nachtzeit von $8^1/_2$ Uhr abends bis $5^1/_2$ Uhr morgens und am Sonnabend sowie an Vorabenden der Festtage nicht nach $5^1/_2$ Uhr nachmittags beschäftigt werden.

Die Beschäftigung von Arbeiterinnen über 16 Jahre darf die Dauer von 11 Stunden täglich, an den Vorabenden der Sonn- und Festtage von 10 Stunden nicht überschreiten.

Zwischen den Arbeitsstunden muss den Arbeiterinnen eine mindestens einstündige Mittagspause gewährt werden.

Arbeiterinnen über 16 Jahre, welche ein Hauswesen zu besorgen haben, sind auf ihren Antrag eine halbe Stunde vor der Mittagspause zu entlassen, sofern diese nicht mindestens $1^1/_2$ Stunde beträgt.

Wöchnerinnen dürfen während 4 Wochen nach ihrer Niederkunft überhaupt nicht und während der folgenden 2 Wochen nur beschäftigt werden, wenn das Zeugnis eines approbierten Arztes dies für zulässig erklärt.

§ 138. Sollen Arbeiterinnen oder jugendliche Arbeiter in Fabriken beschäftigt werden, so hat der Arbeitgeber vor dem Beginn der Beschäftigung der Ortspolizeibehörde eine schriftliche Anzeige zu machen.

In der Anzeige sind die Fabrik, die Wochentage, an welchen die Beschäftigung stattfinden soll, Beginn und Ende der Arbeitszeit und der Pausen sowie die Art der Beschäftigung anzugeben. Eine Änderung hierin darf, abgesehen von Verschiebungen, welche durch Ersetzung behinderter Arbeiter für einzelne Arbeitsschichten notwendig werden, nicht erfolgen, bevor eine entsprechende weitere Anzeige der Behörde gemacht ist. In jeder Fabrik hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass in den Fabrikräumen, in welchen jugendliche Arbeiter beschäftigt werden, an einer in die Augen fallenden Stelle ein Verzeichniss der jugendlichen Arbeiter unter Angabe ihrer Arbeitstage sowie des Beginns und Endes ihrer Arbeitszeit und der Pausen ausgehängt ist. Ebenso hat er dafür zu sorgen, dass in den betreffenden Räumen eine Tafel ausgehängt ist, welche in der von der Zentralbehörde zu bestimmenden Fassung und in deutlicher Schrift einen Auszug aus den Bestimmungen über die Beschäftigung von Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern enthält.

Von den Schutzvorschriften der §§ 135 bis 137 gestatten diejenigen über die Beschäftigung noch schulpflichtiger oder nicht 13 Jahre alter Kinder oder von Wöchnerinnen, sowie über die den Hausbesorgerinnen zustehende Verlängerung der Mittagspause keine Ausnahme. Dagegen können von den übrigen Vorschriften oder von einzelnen derselben für gewisse Arbeiten bei aussergewöhnlicher Häufung der Arbeit, bei Unterbrechung des Betriebes durch Naturereignisse oder Unglücksfälle, mit Rücksicht auf die Natur des Betriebes oder auf die Arbeiter, für Fabriken, die mit ununterbrochenem Feuer arbeiten oder in ähnlicher Weise gebunden sind, für Kampagne- und für Saisonindustrieen Ausnahmen gestattet werden. Die näheren Voraussetzungen derselben, die Zuständigkeit der Behörden und das Verfahren regeln sich nach §§ 138 a, 139 und 139 a der Gew.-Ordn. in Verbindung mit den Ausführungsanweisungen der einzelnen

Bundesstaaten (in Preussen Abschnitt F der Anw. vom 26. Februar 1892). Zu erwähnen sind hier noch die Vorschriften des § 154 a der Gew.-Ordn., wonach in den dort bezeichneten Anlagen (Bergwerken, Salinen, Aufbereitungsanstalten und unterirdisch betriebenen Brüchen oder Gruben) Arbeiterinnen unter Tage nicht beschäftigt werden dürfen.

Ausschliesslich dem Schutze von Leben, Gesundheit und Sittlichkeit der Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeiter in Fabriken und gleichgestellten Anlagen dienen endlich die Vorschriften des § 139a Abs. 1 Ziffer 1, welche lauten:

„Der Bundesrat ist ermächtigt, die Verwendung von Arbeiterinnen, sowie von jugendlichen Arbeitern für gewisse Fabrikationszweige, welche mit besonderen Gefahren für Gesundheit und Sittlichkeit verbunden sind, gänzlich zu untersagen oder von besonderen Bedingungen abhängig zu machen."

Diese Vorschrift enthielt schon die Novelle vom 17. Juli 1878. Die Novelle vom 1. Juli 1891 hat in § 139a Abs. 5 noch die Bestimmung hinzugefügt, dass die durch Beschluss des Bundesrats getroffenen Bestimmungen zeitlich zu begrenzen sind und für bestimmte Bezirke erlassen werden können; sie hat ferner die Befugnis des Reichstages, die Wiederaufhebung der Bestimmungen zu verlangen, beseitigt und nur die Verpflichtung zu ihrer Vorlegung an den Reichstag behufs Kenntnisnahme beibehalten. Zuwiderhandlungen gegen die Vorschriften sind nach § 146 der Gew.-Ordn. mit Geldstrafe bis zu 2000 Mark oder mit Gefängnis bis zu sechs Monaten bedroht. Schon auf Grund der älteren Vorschriften hatte der Bundesrat für eine Reihe von Fabrikationszweigen entsprechende Bestimmungen erlassen, die nach dem Inkrafttreten der Novelle vom 1. Juni 1891 nahezu sämtlich eine neue Fassung erhalten haben.[1])

[1]) Ausser den bereits oben S. 1021 ff. erwähnten Bekanntmachungen für Bleifarben- und Bleizuckerfabriken vom 8. Juli 1893 (vergl. § 7 daselbst) und Zigarrenfabriken vom 8. Juli 1893 (vergl. § 11 daselbst), neben denen für Zündholzfabriken die Bestimmungen des Reichsgesetzes vom 13. Mai 1884 (Verbot des Aufenthaltes jugendlicher Arbeiter in Räumen, in welchen das Zubereiten der Zündmasse, das Betunken der Hölzer und das Trocknen der betunkten Hölzer erfolgt; Verbot des Aufenthaltes von Kindern in Räumen, welche zum Abfüllen der Hölzer und ihrer ersten Verpackung dienen) zu nennen sind, gelten zur Zeit auf Grund des § 139 a Abs. 1 Ziffer 1 die folgenden Vorschriften:

1. Die Bekanntmachung vom 21. Juli 1888 (R.-G.-Bl. S. 219) untersagt die Beschäftigung von Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern in Gummifabriken bei der Anfertigung sogenannter Präservativs und anderer zu gleichem Zwecke dienender Gegenstände.

2. Eine Bekanntmachung vom 11. März 1892 (giltig für zehn Jahre; R.-G.-Bl. S. 317), betreffend Arbeiterinnen und jugendliche Arbeiter in Glashütten, verbietet die Beschäftigung und den Aufenthalt von Arbeiterinnen in solchen Räumen, in denen

C. Der Arbeiterschutz bei genehmigungspflichtigen Anlagen.

Nicht in erster Linie den Anforderungen des Arbeiterschutzes dienend, sind gleichwohl in ihrem Bereiche von Wichtigkeit für diesen die Be-

vor dem Ofen (Schmelz-, Kühl- Glüh-, Streckofen) gearbeitet wird, und in solchen Räumen, in denen eine aussergewöhnlich hohe Wärme herrscht; Ausnahmen kann der Bundesrat zulassen. Mit Schleifarbeiten dürfen Knaben unter 14 Jahren und jugendliche Arbeiterinnen nicht beschäftigt werden; weitere Einschränkungen gelten für die Beschäftigung von Knaben in Tafelglashütten. Jugendliche männliche Arbeiter dürfen jedenfalls in Glashütten nur auf Grund eines dem Arbeitgeber auszuhändigenden ärztlichen Unschädlichkeitsattestes beschäftigt werden. Ihre Arbeitszeit ist abweichend von den Vorschriften der §§ 135 und 136 der Gew.-Ordn. geregelt.

3. Eine Bekanntmachung vom 11. März 1892 (giltig für zehn Jahre; R.-G.-Bl. S. 327) bestimmt, dass in Drahtziehereien mit Wasserbetrieb, in welchen wegen Wassermangels, Frostes oder Hochflut die Einteilung des Betriebes in regelmässige Schichten von gleicher Dauer zeitweise nicht innegehalten werden kann, Kinder unter 14 Jahren und Arbeiterinnen bei der Herstellung des Drahtes nicht beschäftigt werden dürfen und dass ihnen der Aufenthalt in den zur Herstellung des Drahtes bestimmten Arbeitsräumen nicht zu gestatten ist. Für die Beschäftigung junger Leute männlichen Geschlechts von 14 bis 16 Jahren in jenen Anlagen treten die Beschränkungen der §§ 135 Abs. 3 und 136 der Gew.-Ordn. (vergl. oben S. 1027) mit der Maassgabe ausser Anwendung, dass die Gesamtdauer der Beschäftigung innerhalb einer Woche ausschliesslich der Pausen nicht mehr als 60 Stunden, in der Zeit von 6 Uhr abends bis 6 Uhr morgens nicht mehr als 10 Stunden betragen; die Pausen und Ruhezeiten sind besonders geregelt.

4. Eine Bekanntmachung vom 17. März 1892 (giltig auf 10 Jahre; R.-G.-Bl. S. 327) verbietet die Beschäftigung und den Aufenthalt von Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern in Räumen von Zichorienfabriken, während daselbst Darren im Betriebe sind.

5. Eine Bekanntmachung vom 17. März 1892 (während des Druckes ersetzt durch Bek. v. 1. Februar 1895, R.-G.-Bl. S. 5, gültig bis 1. April 1902) fordert für die Beschäftigung von jugendlichen Arbeitern auf Steinkohlenbergwerken ein ärztliches, dem Arbeitgeber auszuhändigendes Unschädlichkeitsattest und regelt die Arbeitszeit derselben teilweise abweichend von den Vorschriften des § 136 der Gew.-Ordn.

6. Eine Bekanntmachung vom 24. März 1892, betreffend Arbeiterinnen auf Steinkohlenbergwerken, Zink- und Bleierzwerken und auf Kokereien im Regierungsbezirk Oppeln (giltig teils bis 1. April 1897, teils bis 1. April 1902) fordert für Arbeiterinnen zwischen 16 und 18 Jahren, denen unter gewissen Voraussetzungen Dispens von den Vorschriften des § 137 Abs. 1 und 3 der Gew.-Ordn. gewährt worden ist, ein ärztliches Unschädlichkeitsattest und giebt weitere Bestimmungen über Dauer und Art der Beschäftigung.

7. Die Bekanntmachung vom 24. März 1892 (R.-G.-Bl. S. 334), betreffend Arbeiterinnen und jugendliche Arbeiter in Rohzuckerfabriken und Zuckerraffinerieen verbietet die Verwendung von Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern zur Bedienung der Rübenschwemmen, der Rübenwäschen und der Fahrstühle, sowie zum Transport der Rüben und Rübenschnitzel in schwer zu bewegenden Wagen, ebenso ihre

stimmungen der §§ 16 bis 25 der Gew.-Ordn. über Anlagen, welche einer besonderen Genehmigung bedürfen. Es heisst daselbst:

§ 16 Abs. 1. „Zur Errichtung von Anlagen, welche durch die örtliche Lage oder die Beschaffenheit der Betriebsstätte für die Besitzer oder Bewohner der benachbarten Grundstücke oder für das Publikum überhaupt erhebliche Nachteile, Gefahren oder Belästigungen herbeiführen können, ist die Genehmigung der nach den Landesgesetzen zuständigen Behörde erforderlich."

Es ist für die Genehmigung zunächst also die Rücksicht auf die Nachbarn der Anlagen und das Publikum maassgebend. Indessen bestimmt die Gew.-Ordn. (§ 18) ausdrücklich, dass zu den Bedingungen der Genehmigung auch die zum Schutze der Arbeiter gegen Gefahr für Leben und Gesundheit notwendigen gehören.

Die Gew.-Ordn. giebt in § 16 ein Verzeichnis der genehmigungspflichtigen Anlagen mit dem Zusatze, dass dasselbe, je nach dem Eintritt oder Wegfall der im Eingang gedachten Voraussetzungen, durch Beschluss des Bundesrats, vorbehaltlich der Genehmigung des nächstfolgenden Reichstags, abgeändert werden kann. Unter Berücksichtigung der hiernach erfolgten Nachträge enthält das Verzeichnis in alphabetischer Reihenfolge zur Zeit die folgenden Anlagen:

Beschäftigung und ihren Aufenthalt während der Dauer des Betriebes im Füllhause, in den Zentrifugenräumen, den Krystallisationsräumen, den Trockenkammern und den Maischräumen, sowie an anderen Arbeitsstellen, in denen eine aussergewöhnlich hohe Wärme herrscht. Diese Bestimmungen gelten bis zum 1. April 1902; die Beschäftigung der Arbeiterinnen über 16 Jahre ist mit Giltigkeit bis zum 1. April 1898 abweichend von den Bestimmungen des § 137 Abs. 1 der Gew.-Ordn. noch besonders geregelt.

8. Eine Bekanntmachung vom 29. April 1892 (giltig auf 10 Jahre; R.-G.-Bl. S. 602; abgeändert durch Bek. v. 1. Febr. 1895, R.-G.-Bl. S. 8) verbietet für Metallwalz- und Hammerwerke, die mit ununterbrochenem Feuer betrieben werden, die Beschäftigung von Arbeiterinnen bei dem unmittelbaren Betriebe der Werke und die Beschäftigung von Kindern unter 14 Jahren überhaupt; sie regelt ferner die Beschäftigung der jungen Leute männlichen Geschlechts abweichend von den Beschränkungen des § 136 der Gew.-Ordn.

9. Eine Bekanntmachung vom 29. April 1892 (giltig auf 10 Jahre; R.-G.-Bl. S. 604) verbietet die Beschäftigung und den Aufenthalt von jugendlichen Arbeitern während des Betriebes in Hechelräumen, sowie in Räumen, in welchen Maschinen zum Öffnen, Lockern, Zerkleinern, Entstäuben, Anfetten oder Mengen von rohen oder abgenutzten Faserstoffen, von Abfällen oder Lumpen im Betriebe sind.

10. Eine Bekanntmachung vom 27. April 1893 (giltig bis zum 1. Januar 1898; R.-G.-Bl. S. 148) verbietet die Verwendung von Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern in Ziegeleien zur Gewinnung und zum Transport der Rohmaterialien, sowie zu Arbeiten in den Öfen und zum Befeuern der Öfen, für Arbeiterinnen auch die Verwendung zur Handformerei der Ziegelsteine, mit Ausnahme der Dachziegel und der Bimssandsteine; sie regelt ferner die Beschäftigung von jungen Leuten zwischen 14 und 16 Jahren, sowie von Arbeiterinnen teilweise abweichend von den Bestimmungen der §§ 135, 136 und 137 der Gew.-Ordn.

Abdeckereien, Albuminpapier (Anlagen zur Herstellung davon; so auch bei den folgenden, nur durch das Produkt bezeichneten Anlagen zu lesen); Asphaltkochereien, Baukonstruktionen (eiserne), Blechgefässe (auch Vernieten), Braunkohlenteer (ausserhalb des Gewinnorts des Materials), Brücken und Brückenkonstruktionen (eiserne), Celluloid, Cellulosenfabriken, Chemische Fabriken aller Art, Dachfilzfabriken, Dachpappenfabriken, Dampfkesselfabriken (auch Vernieten), Darmsaitenfabriken, Darmzubereitungsanstalten, Degrasfabriken, Dungpulverfabriken, Erdöl (Destillation), Feuerwerkereien, Firnisssiedereien, Gasbereitung, Gasbewahrung, Gerbereien, Glashütten, Gypsöfen, Hammerwerke, Hopfen-Schwefeldarren, Imprägnierung von Holz mit erhitzten Teerölen, Kalifabriken, Kalköfen, Knochenbleichen, -Brennereien, -Darren und -Kochereien, Koksbereitung ausserhalb des Gewinnungsorts des Materials, Kunstwollfabriken, Leimsiedereien, Metalle, rohe (Anlagen zur Gewinnung), Metallgiessereien (ausschliesslich blosse Tiegelgiessereien), Pechsiedereien (ausserhalb des Gewinnungsorts des Materials), Poudrettefabriken, Röhrenfabriken (aus Blech durch Vernieten), Röstöfen, Russhütten, Schiesspulverfabriken, Schiffe (eiserne, Bau), Schlächtereien, Schnellbleichen, Seifensiedereien, Stauanlagen für Wassertriebwerke, Stärkefabriken (ausgenommen für Kartoffelstärke), Stärkesyrupfabriken, Steinkohlenteer (ausserhalb des Gewinnungsorts des Materials), Strohpapierstofffabriken, Talgschmelzen, Teer, Teerwasser (Destillation oder Verarbeitung), Tierfelle (ungegerbte, Trocknen und Einsalzen derselben), Tierhaare (Anlagen zur Zubereitung), Thransiedereien, Verbleiungs-, Verzinnungs- und Verzinkungsanstalten, Wachstuchfabriken, Ziegelöfen, Zündstoffe.

In diesem Verzeichnisse sind diejenigen Anlagen, über deren Genehmigung in Preussen der Bezirksausschuss zu beschliessen[1]) hat, durch gesperrten Druck gekennzeichnet; über die Genehmigung der übrigen Anlagen beschliesst der Kreis-(Stadt-)Ausschuss, in denjenigen Städten mit mehr als 10000 Einwohnern, welche keinen eigenen Stadtkreis bilden, sondern zu einem Landkreise gehören, der Magistrat (kollegialische Gemeindevorstand).[2]) (§§ 109, 110, 161 des Zuständigkeitsgesetzes vom

[1]) Das preussische Verwaltungsrecht unterscheidet zwischen „beschliessen" und „entscheiden", „Beschlüssen" und „Entscheidungen", „Beschlussverfahren" und „Verwaltungsstreitverfahren". Das Beschlussverfahren ist weniger an Formen gebunden; die Behörden fassen ihre Beschlüsse auf Grund der verhandelten Akten, sofern nicht das Gesetz ausdrücklich mündliche Verhandlung vorschreibt; ein Kostenpauschquantum wird nicht erhoben, nur können die durch Anträge und unbegründete Einwendungen erwachsenen Zeugen- und Sachverständigengebühren eingefordert werden. Demgegenüber ist das Verwaltungsstreitverfahren dem gerichtlichen Verfahren nachgebildet; die Klage ist bei dem zuständigen Verwaltungsgericht (Kreisausschuss, Bezirksausschuss) schriftlich einzureichen oder (beim Kreisausschusse) zu Protokoll zu erklären; in der Regel erfolgt die Entscheidung auf Grund öffentlicher und mündlicher Verhandlung und wird ausser den baaren Auslagen auch ein Kostenpauschquantum von dem unterliegenden Teile eingezogen. Vergl. näher Gesetz über die allgemeine Landesverwaltung vom 30. Juli 1883, Titel III.

[2]) Der Kreisausschuss besteht aus dem Landrat und sechs vom Kreistage gewählten Mitgliedern; an die Stelle des Kreisausschusses tritt in den durch die Gesetze vorgesehenen Fällen in den Stadtkreisen, in welchen ein Kreisausschuss nicht besteht, der Stadtausschuss, welcher aus dem Bürgermeister oder dessen gesetzlichem Stellvertreter als Vorsitzenden und vier vom Magistrat aus seiner Mitte gewählten Mit-

1. August 1883). Die Beschwerdeinstanz bildet überall der Minister für Handel und Gewerbe, bei Stauanlagen event. zugleich mit dem Minister für Landwirtschaft (§ 113 a. a. O.).

Für das Verfahren giebt die Gew.-Ordn. in den §§ 17—23 nur einzelne allgemeine Grundsätze. Die Regelung im Einzelnen ist den Bundesstaaten überlassen worden, in Preussen durch die Anweisung vom 19. Juli 1884 (Min.-Bl. S. 164) erfolgt.

Ist die Genehmigung der Anlage erfolgt, so können gleichwohl die notwendigen Schutzeinrichtungen (jetzt auf Grund der §§ 120a—e) auch noch nachträglich gefordert werden. Da aber dann die Durchführung solcher Anforderungen, namentlich soweit sie Umbauten bedingen, häufig an dem Kostenpunkte scheitern wird, so sind die Behörden wiederholt darauf verwiesen worden, den Schutz der Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit schon bei der ersten Einrichtung der genehmigungspflichtigen Anlage ausreichend zu berücksichtigen und in Form von Bedingungen vorzuschreiben. Es soll dabei namentlich darauf gesehen werden, dass die Arbeitsräume in Bezug auf Flächeninhalt, Lage, Heizung, Beleuchtung und Ventilation den allgemeinen Regeln der Gesundheitspflege entsprechen und die Triebmaschinen, Transmissionen, Fallthüren und Treppenöffnungen eine Einfriedigung erhalten. (Vergl. Rundverfügung des preussischen Ministers für Handel und Gewerbe vom 7. Mai 1874 und technische Anleitung vom 14. April 1875, Min.-Bl. S. 105.)

Für die Anlegung von Dampfkesseln bestimmt die Gew.-Ordn. noch besonders (in § 24):

Zur Anlegung von Dampfkesseln, dieselben mögen zum Maschinenbetriebe bestimmt sein oder nicht, ist die Genehmigung der nach den Landesgesetzen zuständigen Behörde erforderlich. Dem Gesuche sind die zur Erläuterung erforderlichen Zeichnungen und Beschreibungen beizufügen.

Die Behörde hat die Zulässigkeit der Anlage nach den bestehenden bau-, feuer- und gesundheitspolizeilichen Vorschriften, sowie nach denjenigen allgemeinen polizeilichen Bestimmungen zu prüfen, welche von dem Bundesrat über die Anlegung von Dampfkesseln erlassen werden. Sie hat nach dem Befunde die Genehmigung entweder zu versagen, oder unbedingt zu erteilen, oder endlich bei Erteilung derselben die erforderlichen Vorkehrungen und Einrichtungen vorzuschreiben.

Bevor der Kessel in Betrieb genommen wird, ist zu untersuchen, ob die Ausführung den Bestimmungen der erteilten Genehmigung entspricht

gliedern besteht. Der Bezirksausschuss besteht aus dem Regierungspräsidenten (in Berlin aus einem besonderen Präsidenten) als Vorsitzenden und aus sechs Mitgliedern, von denen ein zum Richteramte und ein für den höheren Verwaltungsdienst befähigtes vom König ernannt wird; eines derselben, der „Verwaltungsgerichtsdirektor", ist zugleich Stellvertreter des Regierungspräsidenten. Die vier anderen Mitglieder werden vom Provinzialausschusse, dem obersten kommunalen Verwaltungsorgan der Provinz, gewählt. Vergl. Gesetz über die allgemeine Landesverwaltung vom 30. Juli 1883, Titel I und II.

Über die Anlegung der Kessel hat der Bundesrat unter dem 5. August 1890 (R.-G.-Bl. S. 163) eingehende Ausführungsbestimmungen erlassen; das Genehmigungsverfahren und die Kontrolle regeln sich in Preussen nach Gesetz vom 3. Mai 1872 und Anweisung vom 16. März 1892 (M.-Bl. S. 119). Die Genehmigung hat nach § 109 des Zuständigkeitsgesetzes vom 1. August 1883 der Kreis-(Stadt-)Ausschuss, in den einem Landkreise angehörigen Städten mit mehr als 10000 Einwohnern der Magistrat zu erteilen, ausgenommen die (von der betreffenden Verwaltung zu genehmigenden) Eisenbahnlokomotiven-Kessel auf Bergwerken und Aufbereitungsanstalten, sowie die Kessel in der Militär- und Marineverwaltung. Die Aufsicht wird jetzt nicht mehr von den staatlichen Baubeamten, sondern von den Gewerbeinspektoren und Inspektionsassistenten wahrgenommen; doch sind noch jetzt, wie schon nach dem Regulativ vom 24. Juni 1872 zur Ausführung des oben genannten Gesetzes vom 3. Mai 1872 die Mitglieder der vom Minister für Handel und Gewerbe anerkannten Dampfkessel-Überwachungsvereine von der öffentlichen Revision befreit (vergl. Abschnitt E).

D. Der Arbeiterschutz durch die Berufsgenossenschaften und ihre Organe

Für die der reichsgesetzlichen Unfallversicherung unterstellten Betriebe, im wesentlichen also für die grössere Industrie, sind in den Berufsgenossenschaften noch besondere Organe für Unfallverhütung und in den von ihnen bestellten Beauftragten solche für die Überwachung der Befolgung ihrer Vorschriften über Unfallverhütung geschaffen worden. In dieser Hinsicht enthält das Unfallversicherungsgesetz vom 6. Juli 1884 folgende Bestimmungen:

§ 78. Die Genossenschaften sind befugt, für den Umfang des Genossenschaftsbezirks oder für bestimmte Industriezweige oder Betriebsarten oder bestimmt abzugrenzende Bezirke Vorschriften zu erlassen:

1. über die von den Mitgliedern zur Verhütung von Unfällen in ihren Betrieben zu treffenden Einrichtungen unter Bedrohung der Zuwiderhandelnden mit der Einschätzung ihrer Betriebe in eine höhere Gefahrenklasse, oder falls sich die letzteren bereits in der höheren Gefahrenklasse befinden, mit Zuschlägen bis zum doppelten Betrage ihrer Beiträge.

Für die Herstellung der vorgeschriebenen Einrichtungen ist den Mitgliedern eine angemessene Frist zu bewilligen;

2. über das in den Betrieben von den Versicherten zur Verhütung von Unfällen zu beobachtende Verhalten unter Bedrohung der Zuwiderhandelnden mit Geldstrafen bis zu sechs Mark.

Diese Vorschriften bedürfen der Genehmigung des Reichs-Versicherungsamts.

Dem Antrage auf Erteilung der Genehmigung ist die gutachtliche Äusserung der Vorstände derjenigen Sektionen, für welche die Vorschriften Giltigkeit haben sollen, oder, sofern die Genossenschaft in Sektionen nicht eingeteilt ist, des Genossenschaftsvorstandes beizufügen.

§ 79. Die Vertreter der Arbeiter sind zu der Beratung und Beschlussfassung der Genossenschafts- oder Sektionsvorstände über diese Vorschriften zuzuziehen. Dieselben haben dabei volles Stimmrecht. Das über die Verhandlungen aufzunehmende Protokoll, aus welchem die Abstimmung der Vertreter der Arbeiter ersichtlich sein muss, ist dem Reichs-Versicherungsamt vorzulegen.

Die genehmigten Vorschriften sind den höheren Verwaltungsbehörden, auf deren Bezirke sich dieselben erstrecken, durch den Genossenschaftsvorstand mitzuteilen.

§ 81. Die von den Landesbehörden für bestimmte Industriezweige oder Betriebsarten zur Verhütung von Unfällen zu erlassenden Anordnungen sollen, sofern nicht Gefahr im Verzuge ist, den beteiligten Genossenschaftsvorständen oder Sektionsvorständen zur Begutachtung nach Maassgabe des § 78 vorher mitgeteilt werden. Dabei findet der § 79 entsprechende Anwendung.

§ 82. Die Genossenschaften sind befugt, durch Beauftragte die Befolgung der zur Verhütung von Unfällen erlassenen Vorschriften zu überwachen

Die einer Genossenschaft angehörenden Betriebsunternehmer sind verpflichtet, den als solchen legitimierten Beauftragten der beteiligten Genossenschaft auf Erfordern den Zutritt zu ihren Betriebsstätten während der Betriebszeit zu gestatten Sie können hierzu auf Antrag der Beauftragten von der unteren Verwaltungsbehörde durch Geldstrafen im Betrage bis zu dreihundert Mark angehalten werden.

§ 85. Namen und Wohnsitz der Beauftragten sind von dem Genossenschaftsvorstande den höheren Verwaltungsbehörden, auf deren Bezirke sich ihre Thätigkeit erstreckt, anzuzeigen.

Die Beauftragten sind verpflichtet, den nach Maassgabe des § 139 b der Gewerbeordnung bestellten staatlichen Aufsichtsbeamten auf Erfordern über ihre Überwachungsthätigkeit und deren Ergebnisse Mitteilung zu machen, und können dazu von dem Reichs-Versicherungsamt durch Geldstrafen bis zu einhundert Mark angehalten werden.

Durch Rundschreiben des Reichsversicherungsamtes vom 16. April 1887 sind die Berufsgenossenschaften noch besonders darauf verwiesen worden, dass es in ihrem Interesse und in demjenigen ihrer Organe liege, der Vorschrift des § 85 Abs. 2 bei sich bietendem Anlasse willfährig zu entsprechen. —

Vergleicht man mit diesen Vorschriften noch diejenigen der §§ 120d und e der Gew.-Ordn. (s. oben Abschnitt A), so ergiebt sich, dass zwar die Berufsgenossenschaften hinsichtlich der Unfallverhütung keineswegs den Polizeibehörden und dem Bundesrate gleichgeordnet sind, jedoch dafür Sorge getragen ist, dass beide Teile sich möglichst in die Hände arbeiten. Insbesondere ist der Berufsgenossenschaft Gelegenheit zur Meinungsäusserung, bei einem Widerspruche polizeilicher Verfügungen mit ihren Unfallverhütungsvorschriften auch zur Vertretung ihrer Ansicht im ordentlichen Instanzenwege gegeben worden. Desgleichen haben ihre

„Beauftragten" den Requisitionen der Gewerbeaufsichtsbeamten behufs Gewinnung eines Einblicks in ihre Thätigkeit Folge zu leisten, sind aber an Anweisungen derselben nicht gebunden.

Die meisten Berufsgenossenschaften haben von der Befugnis zum Erlasse von Unfallverhütungsvorschriften ausgiebigen Gebrauch gemacht.[1])

E. Die Gewerbeaufsicht.

Die Handhabung der Gewerbeaufsicht steht an und für sich als Zweig der allgemeinen polizeilichen Thätigkeit den ordentlichen Polizeibehörden zu. Die Eigenart zahlreicher Gewerbebetriebe, der wachsende Umfang der hier der polizeilichen Aufsicht zufallenden Aufgaben und ihre mannichfachen, insbesondere technischen Schwierigkeiten haben aber mehr und mehr in fast allen Ländern mit hochentwickeltem Gewerbefleiss zur Schaffung besonderer Gewerbeaufsichtsorgane geführt.

Die gegenwärtige deutsche Gewerbeaufsicht ist aus der Fabrikinspektion erwachsen. Dieselbe wurde in Preussen durch Gesetz vom 16. Mai 1853 über die Beschäftigung jugendlicher Arbeiter in Fabriken vorgesehen, doch kam es zunächst nur in den drei Regierungsbezirken Aachen, Düsseldorf und Arnsberg zur Anstellung besonderer Fabrikinspektoren. Auch die Gewerbeordnung des Deutschen Bundes vom 21. Juni 1869 schrieb eine solche noch nicht vor, sondern überliess sie den einzelnen Bundesstaaten. Erst die Novelle vom 21. Juli 1878 machte die Anstellung besonderer Beamten für die Aufsicht über die Ausführung der Bestimmungen zum Schutze der Frauen und Kinder, sowie des Lebens und der Gesundheit der Arbeiter in Fabriken für die Landesregierungen obligatorisch und gestattete nur, dass für Bezirke mit geringer Fabrikthätigkeit der Bundesrat hiervon dispensieren konnte; hiervon wurde für Mecklenburg-Strelitz und die beiden Fürstentümer Lippe Gebrauch gemacht. Die Bestimmungen der Novelle vom 1. Juni 1891 beseitigten endlich auch diese Ausnahmen und erweiterten den Wirkungskreis der Aufsichtsbeamten erheblich. Sie lauten:

§ 139 b. Die Aufsicht über die Ausführung der Bestimmungen der §§ 105 a, 105 b Abs. 1, 105 c bis 105 h, 129 a bis 120 e, 134 bis 139 a ist ausschliesslich oder neben den ordentlichen Polizeibehörden besonderen von den Landesregierungen zu ernennenden Beamten zu übertragen. Denselben stehen bei Ausübung dieser Aufsicht alle amt-

[1]) Eine systematische Übersicht dieser Vorschriften in zwei getrennten Bänden (Vorschriften für Betriebsunternehmer bezw. für Arbeiter) bietet Robert Platz, Die Unfallverhütungsvorschriften. Berlin 1889.

lichen Befugnisse der Ortspolizeibehörden, insbesondere das Recht zur jederzeitigen Revision der Anlagen zu. Sie sind, vorbehaltlich der Anzeige von Gesetzwidrigkeiten, zur Geheimhaltung der amtlich zu ihrer Kenntnis gelangenden Geschäfts- und Betriebsverhältnisse der ihrer Revision unterliegenden Anlagen zu verpflichten.

Die Ordnung der Zuständigkeitsverhältnisse zwischen diesen Beamten und den ordentlichen Polizeibehörden bleibt der verfassungsmässigen Regelung in den einzelnen Bundesstaaten vorbehalten.

Die erwähnten Beamten haben Jahresberichte über ihre amtliche Thätigkeit zu erstatten. Diese Jahresberichte oder Auszüge aus denselben sind dem Bundesrat und dem Reichstag vorzulegen.

Die auf Grund der Bestimmungen der §§ 105 a bis 105 h, 120 a bis 120 e, 134 bis 139 a auszuführenden amtlichen Revisionen müssen die Arbeitgeber zu jeder Zeit, namentlich auch in der Nacht, während des Betriebes gestatten.

Die Arbeitgeber sind ferner verpflichtet, den genannten Beamten oder der Polizeibehörde diejenigen statistischen Mitteilungen über die Verhältnisse ihrer Arbeiter zu machen, welche vom Bundesrat oder von der Landes-Zentralbehörde unter Festsetzung der dabei zu beobachtenden Fristen und Formen vorgeschrieben werden.

Ausser dem letzten Absatze brachten diese Vorschriften insofern neues Recht, als sie die Aufsicht über die Ausführung der Bestimmungen zum Schutze des Lebens, der Gesundheit und Sittlichkeit der Arbeiter (§ 120a—e) nicht blos, wie bisher, nur für Fabriken, sondern für alle gewerblichen Betriebe, ferner auch die Aufsicht über die Ausführung der Bestimmungen über Sonntagsruhe (§ 105a—h) mit Ausnahme der bisher übrigens allein in Kraft getretenen über die Sonntagsruhe im Handelsgewerbe (§ 105b Abs. 2) den besonderen Aufsichtsbeamten übertrugen. Mit anderen Worten: die Novelle erweiterte die bisherige Fabrikinspektion zur Gewerbeinspektion.

Die umfassendste Neuordnung hat in Verfolg der Gewerbenovelle vom 1. Juni 1891 die Gewerbeinspektion in Preussen erfahren. Während das Personal derselben bis dahin nur 23 Beamte zählte, wird es durch die im Jahre 1891/92 begonnene und im Jahre 1894/95 abzuschliessende Umgestaltung dasselbe auf 163 Beamte (26 Regierungs- und Gewerberäte, 97 Gewerbeinspektoren und 40 Gewerbeinspektionsassistenten) vermehrt[1]). Jeder Regierungsbezirk zerfällt in Gewerbe-Inspektionsbezirke mit je einem, nach Bedürfnis noch durch einen oder mehrere Inspektionsassistenten unterstützten Gewerbeinspektor an der Spitze. In der Regel wird jeder Bezirksregierung ein Regierungs- und Gewerberat als technisches Mitglied beigegeben, doch kann ein solcher auch für mehrere Bezirke mit wenig Industrie zusammen bestellt werden; in diesem Falle wird er in den laufenden Dienstgeschäften bei denjenigen Regierungen, in deren Bezirk er seinen Wohnsitz nicht hat, durch einen Gewerbe-

[1]) Nach dem Berichte für 1893 waren 23 Regierungs- und Gewerberäte, 90 Gewerbeinspektoren und 50 Gewerbeinspektions-Assistenten vorhanden.

inspektor vertreten, dem zugleich die Verwaltung einer Gewerbeinspektion übertragen werden kann. Die Gewerbeinspektoren sind dem Regierungs- und Gewerberat, die Gewerbeaufsichtsbeamten überhaupt dem Regierungspräsidenten und in höchster Instanz dem Minister für Handel und Gewerbe dienstlich unterstellt. Dem so wesentlich verstärkten Beamtenkörper sind freilich auch erheblich vermehrte Aufgaben zugefallen, und zwar nicht nur durch die bereits besprochene reichsgesetzliche Erweiterung seiner Zuständigkeit, sondern auch durch Bestimmungen der preussischen Landesverwaltung. Es ist ihnen nämlich als ständigen Beauftragten der Regierungspräsidenten ausser der schon bisher von ihnen wahrgenommenen Beaufsichtigung derjenigen Anlagen, welche den Bestimmungen des § 16 der Gew.-Ordn. und seiner Ergänzungen unterliegen (vergl. Abschnitt C), durch die neue Dienstanweisung vom 23. März 1892 in den ihrer Zuständigkeit unterstehenden Betrieben nicht nur auch die Aufsicht über die Ausführung der die Arbeitsbücher und Zeugnisse (§ 107—113), sowie die Lohnzahlung (§ 115—119a) betreffenden Vorschriften übertragen worden, sondern es haben die für Gewerbe-Inspektionsbezirke angestellten Gewerbeaufsichtsbeamten auch die amtliche Prüfung der Dampfkessel ihrer Bezirke wahrzunehmen, soweit dieselbe bisher den staatlichen Baubeamten zugefallen war und nicht durch die Ingenieure der ministeriell anerkannten Dampfkessel-Überwachungsvereine wahrgenommen wird.

Als allgemeine Richtschnur für die Amtsführung der Gewerbe-Aufsichtsbeamten wird ihnen in der preussischen Dienstanweisung, mit welcher die übrigen im wesentlichen übereinstimmen, der Grundsatz mitgegeben,

> ihre Aufgabe vornehmlich darin zu suchen, gestützt auf ihre Vertrautheit mit den gesetzlichen Bestimmungen, ihre technischen Kenntnisse und amtlichen Erfahrungen durch sachverständige Beratung und wohlwollende Vermittelung eine Regelung der Betriebs- und Arbeitsverhältnisse herbeizuführen, welche, ohne dem Gewerbeunternehmer unnötige Opfer und zwecklose Beschränkungen aufzuerlegen, den Arbeitern den vollen, durch das Gesetz ihnen zugedachten Schutz gewährt und das Publikum gegen gefährdende und belästigende Einwirkungen sicherstellt.
>
> Arbeitgebern und Arbeitern sollen die Gewerbeaufsichtsbeamten die gleiche Bereitwilligkeit zur Vertretung ihrer berechtigten Interessen entgegenbringen und dadurch, wie durch die ganze Art ihrer amtlichen Thätigkeit eine Vertrauensstellung zu gewinnen suchen, welche sie zur Erhaltung und Förderung guter Beziehungen zwischen beiden mitzuwirken in den Stand setzt.

Im einzelnen werden weiter ihrer besonderen Aufmerksamkeit anempfohlen Anlagen, deren wirksame Beaufsichtigung besondere technische Kenntnisse und Erfahrung voraussetzt, oder welche mit besonderen Gefahren für Leben und Gesundheit der Arbeiter oder Belästigung der Nachbarschaft verbunden ist oder endlich eine besondere Regelung auf Grund der §§ 138a, 139 und 139a (vergl. oben Abschnitt B) erfahren hat.

Die Gewerbeaufsichtsbeamten sollen ferner einzelne Gesetzwidrigkeiten und Übelstände zunächst durch gütliche Vorstellungen und geeignete Ratschläge zu beseitigen suchen; ist auf diesem Wege der Zweck nicht zu erreichen, so haben sie sich an die ordentlichen Polizeibehörden zu wenden, damit diese die Beseitigung von Gesetzwidrigkeiten innerhalb ihrer Zuständigkeit durch polizeiliche Straffestsetzung[1]) event. durch Anzeige an die Staatsanwaltschaft herbeiführen, falls es sich aber um Herstellung von Einrichtungen gemäss § 120a ff. der Gew.-Ordn. handelt, die erforderlichen polizeilichen Verfügungen treffen. Die Gewerbeaufsichtsbeamten selber sollen von dem Rechte, polizeiliche Straffestsetzungen zu treffen, gar nicht und von dem Rechte, polizeiliche, nötigenfalls im Wege des Verwaltungszwangsverfahrens durchzuführende Verfügungen (vergl. Abschnitt A) nur ausnahmsweise in denjenigen Fällen Gebrauch machen, wo Gefahr im Verzuge ist. In diesen Fällen wird auch die Anwendung unmittelbaren Zwanges durch die Gewerbeaufsichtsbeamten nicht ausgeschlossen sein, z. B. wenn es sich darum handelt, angesichts der Weigerung des Unternehmers, ein in der Fabrik beschäftigtes Kind unter 13 Jahren zu entlassen, dasselbe sofort aus der gesetzwidrigen Beschäftigung zu entfernen. — Im übrigen sind die Gewerbeaufsichtsbeamten, wie sich schon aus dem Wortlaute des § 139b der Gew.-Ordn. ergiebt, den ordentlichen Polizeibehörden nicht über-, sondern nebengeordnet; doch haben diese ihnen die erforderliche Unterstützung zu Teil werden zu lassen, insbesondere auf Verlangen ihnen die für die Ausübung der Gewerbeaufsicht wichtigen Schriftstücke vorzulegen, bei der Besichtigung gewerblicher Anlagen Unterstützung zu leisten, Besichtigungen und Nachbesichtigungen bestimmter gewerblicher Anlagen vor-

[1]) Das Recht zu polizeilichen Straffestsetzungen bei den durch Gesetz oder Polizeiverordnung mit Strafe bedrohten Handlungen gründet sich auf § 453 der Strafprozessordnung vom 1. Februar 1877 in Verbindung mit den Landesgesetzen, in Preussen dem Gesetz vom 23. April 1883. Danach können die Polizeibehörden (meist die Ortspolizeibehörden) wegen Übertretungen (d. h. den mit Haft oder Geldstrafe bis zu 150 Mark bedrohten Handlungen) Geld- oder Haftstrafe bis zu 30 Mark bezw. drei Tagen verfügen, doch kann binnen 1 Woche der Antrag auf gerichtliche Entscheidung gestellt werden. Hält die Polizeibehörde eine höhere Strafe für geboten, so hat sie die Sache zur weiteren Verfolgung an die Amtsanwaltschaft zu geben.

zunehmen und über das Ergebnis Mitteilung zu machen, endlich ihnen von der Erledigung der auf Grund des § 120 der Gew.-Ordn. erlassenen Verfügungen, sowie von dem Ergebnisse der Strafverfahren wegen Zuwiderhandlungen gegen solche Vorschriften der Gew.-Ordn. Kenntnis zu geben, deren Ausführung durch die Gewerbeaufsichtsbeamten zu übernehmen ist. — Wegen des Zusammenwirkens beider Teile bei dem Erlasse von polizeilichen Verfügungen nach § 120d der Gew.-Ordn., vergl. Abschnitt A; wegen des Verhältnisses der Gewerbeaufsichtsbeamten zu den Berufsgenossenschaften und ihren Organen vergl. Abschnitt D.

Sachregister.

A.

Abdampfheizung 323, 326.
Abortanlagen 447.
Abortlüftung 456.
Achatschleifer 77, 132, 803.
Actinomyces 123.
Acetylen 916.
Ätherische Öle 922.
Äthylalkohol 117.
Ätzalkalien 864.
Ätzen des Glases 818.
Ätznatronverfahren der Zellulosedarstellung 937.
Akkumulatorenfabriken 781.
Akroleïn 118, 919.
Alaunindustrie 83.
Albokarbonbeleuchtung 268.
Aldehyd 117.
Alizarin 889.
Allylalkohol 117.
Aluminium 99.
Ammoniak und Ammoniaksalze 104, 858.
Amorpher Phosphor 906.
Amylalkohol 117.
Anämie der Bergarbeiter 122.
Anchylostomum duodenale 122, 836.
Anemometer 367.
Anilin 119, 886, 1024.
Anilindermatitis 126.
Animalischer Staub 66.
Anstreicher 96, 875.
Anstrengung, Einwirkung auf im Wachstum begriffene Personen 135.
— einseitige der Körpermuskulatur 132.
Anthracen 889.
Anthracosis 72.
Appretur 964.
Arbeit im Freien 174, 395.
Arbeiterkasernen 181.
Arbeiterschutzgesetzgebung 3, 1011.
Arbeitskleidung 31, 488.
Arbeitsmaschinen, Unfälle an 143.
Arbeitszeit, übermässige Ausdehnung 980, [981.
Argyrie 129.
Arsen 88, 109.
Arsengewinnung 753.
Arsenvergiftung 816, 888.
Arsenwasserstoff 110, 894.
Asche und Schlacken, Lagerung 176.
Aspirationslüftung 342.
Atmung und Blutkreislauf des Menschen 16.
Atmungsapparate 497.
Atmungsorgane, Überanstrengung der 814.
Aufenthaltsräume für die Arbeitspausen 475.
Aufgabevorrichtungen 413.
Auftrieb 343.
— der Luft in den Häusern 26.
Aufwaschen der Fussböden 394.
Aufzüge 689.
— feuersichere Anlage der 233.
— Unfallgefahr der 143, 153.
Augenerkrankungen der Arbeiter in Bleichereien 969.

Augenerkrankungen der Glasbläser 814.
Augenerkrankungen der Weber 961.
Augenkrankheiten 130.
Augenverletzungen durch Ätzalkalien 864.
Ausdehnungskupplungen 567.
Ausrückungsvorrichtungen 640.
Ausstellungen, gewerbehygienische 9.
Austrebermaschinen 995.

B.

Badeeinrichtungen 462.
Badeordnungen 472.
Bäcker 135, 981.
Bäckerbein 135.
Bandweber 134.
Baryt 83.
Baryum 89.
Bassinkrankheit der Seidenarbeiter 128.
Bau und bauliche Einrichtungen von Fabriken und Werkstätten 159.
Baugrund 193.
Baumaterialien 190.
Baumwollabfallspinnerei 952.
Baumwolldruckerei 117.
Baumwollenstaub 68.
Baumwollspinnereien 405, 421, 951.
Baupolizeiliche Genehmigung gewerblicher Anlagen 162.
Befeuchtung der Luft 373.
— von Materialien zur Verhütung von Staub 396.
Beköstigung der Arbeiter in der Fabrik 480.
Beleuchtung 245.
— künstliche 255.
— natürliche 245.
— Einfluss der künstlichen auf die Beschaffenheit der Luft 188.
— Luftverunreinigung durch die künstliche 26.
— Wärmeabgabe der künstlichen 308.
Benzinexplosionen 977.
Benzinmotoren 537.
Benzol 885.
Benzolderivate 119.
Bergleute 131.
Bergpolizeiverordnungen 1026.
Berufsgenossenschaftliche Organisationen zur Unfallverhütung 1034.
Beschäftigungsneurosen 133, 977.
Besprengung der Fussböden 393.
Bessemerprozess 112, 759.
Betondecken 203.
Betriebsunfall, Wesen und Bedeutung 139.
Bierbrauerei 130, 176, 994.
Biergenuss, excessiver 997.
Blattmetallfabrikation 777.
Blausäure 867.
Bleiacetat 877.
Bleicherei 102, 969.
Bleichereiabwässer 972.
Bleichromat 878.
Bleierzwerke 1030.
Bleifarbenindustrie 169, 402, 869, 1021.
Bleifolie, Herstellung der 785.
Bleigeschossfabrikation 784.
Bleiglätte 869.
Bleihaltige Glasschmelze 1025.
Bleihaltige Glasuren 833.
Bleihütten 735.
Bleiindustrie 90.
Bleikammerprozess 851.
Bleilegierungen 785.
Bleilöter 854.
Bleiröhrenfabrikation 784.
Bleistaub 91.
Bleistiftfabrikation 66.
Bleivergiftung 776, 781, 785, 797, 802, 816, 944, 945, 963.
Bleiwaarenfabrikation 784.
Bleiweiss 870.
Bleizuckerfabriken 1021.
Blumenmacherinnen 96, 133.
Blutlaugensalz 865.
Bodenluft 25.
Böttchereien 176.
Bogenlampen, Herstellung der Kohlenstäbe 800.
Bogenlichtbeleuchtung 274.
Borstenstaub 74.
Brandmauern 198.
Branntweinfabrikation 1004.
Brauereiabwässer 997.
Braunkohle 912.
Braunkohlenstaub 73.
Brausebäder 463.
Bremsvorrichtungen 669.
Brenner für Gasbeleuchtung 265.
Brennstoffe 911.

Brikettfabriken 439, 912, 1026.
Bronzedruck 947.
Bronzefarbenfabrikation 883.
Bronzestaub 87, 942.
Bronzewaarenfabriken 778.
Bronzieren 397.
Bruchschäden der Müller 980.
— der Weber 961.
Buchbindergewerbe 943.
Buchdrucker 97, 947.
Bühnen 600.
Bühnenkrahne 686.
Bürsten- und Pinselindustrie 74, 96, 926.
Bürstenkupplungen 573.
Bundesratsbekanntmachungen auf Grund des § 120 der Gewerbeordnung 1019.
Byssinosis pulmonum 68.

C.

Chalicosis 76, 81.
Chargiermaschinen mit elektromotorischem Antrieb 765.
Chemikalien, Lagerung 172.
Chemische Industrie 837, 1024.
Chemische Waschanstalten 977.
Chininkrätze 127.
Chlorbleichen 102.
Chlorcyan 867.
Chlorfabrikation 842.
Chlorgas 936, 969.
Chlorkalk 843, 969.
Chlorsaures Kali 846.
Chlorschwefel 104, 856.
Chlorwasserstoffsäure 102.
Chlorzinkdämpfe 114.
Chrom 126.
Chromatfabrikation 879.
Chromeisenstein 85.
Chromsäure 880.
Corallin 129.
Cyankalium 867.
Cyanwasserstoff 915.
Cyanwasserstoffsäure 113.

D.

Dachkonstruktionen 210.
Dachreiter 347.
Dachrinnen 222.
Dachschieferindustrie 809.
Dampfheizung 323.
Dampfkessel, Gefahren der 146.
Dampfkesselanlagen, Genehmigungspflichtigkeit 161, 1033.
Dampfkesselexplosionen 507.
Dampfkesselüberwachung 146, 532.
Dampfluftheizung 318.
Dampfmotoren 537.
Dampfstrahlfeuerspritzen 295.
Dampfstrahlgebläse 352.
Deckenkonstruktionen 202.
Deckungsmaterialien 213.
Deflektoren 345.
Deformitäten 132.
Degrasfabrikation 919.
Denaturierter Spiritus 121, 128.
Desinfektion von Lumpen 934.
— von Rohhäuten 930.
— von Tierhaaren 927.
Desinfektionsanstalten 978.
Diamantarbeiter 77, 130, 133, 136, 801.
Dinitrobenzol 118, 894.
Drahtarbeiter 130, 773.
Drahtseile 661.
Drahtseiltriebe 548.
Drahtziehereien 1030.
Drechsler 128, 925.
Drehkrahne 681.
Druckereien 970.
Drucklüftung 342.
Druckregler für Gasbeleuchtung 265.
Düngstoffabrikation 67, 906.
Durchbrüche des Gestells 728.
Dynamitfabrikation 118, 892.

E.

Edelsteinindustrie 77, 97, 420, 801.
Einblasköpfe 345.
Einseitige Anstrengung der Körpermuskulatur 132.
Einzel- oder Lokalheizung 312.
Eisenarbeiter 131.
Eisenbahnfahrpersonal 131.
Eisengiessereien 756.
Eisenlunge 85.
Eisen- und Stahlindustrie 755.
Elektrische Aufzüge 694.
Elektrische Beleuchtung 27, 271.
Elektrische Beleuchtungskörper, Fabriken zur Anfertigung 799.

Elektrische Leitungen, Unfallgefahr 279.
Elektrische Notausrückungen 646.
Elektrisches Schweissverfahren 790.
Elektromotorisch angetriebene Chargiermaschinen 765.
Elfenbeinstaub 67.
Emaillierwerke 95, 757.
Entfernung zwischen Fabrikgebäuden 170.
Erdfeuchtigkeit 193.
Erdöl 916.
Erkältungskrankheiten 131.
Erzrösterei 103.
Essigfabrikation 1005.
Essigsäure 117.
Explosionen in Gasanstalten 915.
— in Gasleitungen 723, 732, 763, 770.
— in Hochofenanlagen 729.
Explosionsgefahr bei den stehenden Dampfkesseln der Puddelwerke 769.
Extinkteure 293.
Exzelsiormühlen 415.

F.

Fabrikgesetzgebung 3, 1011.
Färberei 129, 130, 967.
Färbereiabwässer 971.
Fahrbahnen 243.
Fahrstühle, feuersichere Anlage der 233.
— Unfallgefahr der 143, 153.
Fangvorrichtungen an Aufzügen 700.
Farbenfabrikation 96, 104, 869.
Faserstoffverarbeitung 172.
Fassfabriken 176, 422.
Fayencefabriken 1025.
Federschmücker 75.
Feilenhauer 96, 796.
Feinmechaniker 130.
Fenster, Wahl der Himmelsrichtung 250.
Fensterfläche, Maass für Arbeitsräume 246.
Fensterglas, Lichtdurchgängigkeit 247.
Fensterkonstruktionen 251.
Ferrocyankalium 865.
Fette 919.
Fettgasbeleuchtung 260.
Fettgewinnungs- und Verarbeitungsanlagen 172, 176.
Feuchthaltung von Materialien zur Verhütung von Staub 396.
Feuchtigkeitsgehalt der Atemluft 31.
Feuerarbeiter 130, 131, 722.
Feuerbeständigkeit der Baumaterialien 195.
Feuerhähne und Hydranten 296.
Feuerhelme 497.
Feuerlöscheinrichtungen, selbstthätige 298, 960.
Feuerlöschgeräte 292.
Feuerluftheizung 317.
Feuermelder 288.
Feuerpolizeiliche Vorschriften über den Abstand von Fabrikgebäuden 171.
Feuersgefahr mehrgeschossiger Fabrikgebäude 165.
Feuersgefahr in Kunstwollfabriken 960.
Feuersichere Treppenanlagen 228.
Feuersicherer Putz 286.
Feuersicherheit von Fabrikanlagen 285.
Feuerspritzen 294.
Feuerungseinrichtungen von Öfen und Kesseln der Heizungsanlagen 335.
Feuervergolder 776.
Feuerwachen und Feuerwehr 291.
Fiktilindustrie 80.
Filzfabrikation 116, 173.
Firnisfabriken 172, 920.
Fischbeinstaub 74.
Flachsbearbeitung 128.
Flachsrösterei 953.
Flachsröstwässer 972.
Flachsspinnerei 421, 954.
Flachsstaub 69.
Flaschenkapseln, Herstellung 785.
Flaschenzüge 662.
Floretspinnerei 126.
Flugstaub 727.
Fluorwasserstoffsäure 101, 129, 906.
Flusseisen und Flussstahl, Darstellung 759.
Frauen und Kinder, gesetzliche Vorschriften zum Schutze der 1026.
Fruchtmesser 70.
Fuchsin 109, 887.
Füllöfen 315.
Fundamentierung von Fabrikgebäuden 193.
Fussbekleidung der Arbeiter 490.
Fussbodenkonstruktionen 206.
Fusswinden 664.

G.

Gänge 241.
Gärkeller 111, 996, 1004.

Gärungsverfahren bei der Stärkefabrikation 984.
Galerieen 244, 600.
Galvanotechnische Anstalten 787.
Gasanstalten 104, 173, 1024.
Gasbeleuchtung 258.
Gasbrenner 265.
Gasexplosionen 723, 732, 763, 915.
Gasflammen, erforderliche Zahl für Arbeitsräume 269.
Gasglühlicht 28, 267.
Gasieranstalten 966.
Gaskalk 915, 932.
Gasleitungen, Prüfung der Dichtigkeit 270.
Gasleitungen, Reinigungsarbeiten in 733.
Gasmesser 264.
Gasmotoren 537.
Gasöfen 314.
Gay-Lussac-Turm 852.
Gebläse 348.
Gegenstrombrausen 470.
Gelbgiesser 134.
Geleisanlagen 242.
Genehmigungspflichtige Anlagen 161, 1032.
Genussmittelindustrie 994.
Gerberei 930.
Geschwindigkeitsbremsen an Aufzügen 705.
Gesetzgebung, deutsche, zum Schutze von Leben, Gesundheit und Sittlichkeit der gewerblichen Arbeiter 3, 1011.
Gesichtsmasken 722.
Gesimsabdeckungen 222.
Gesundheitsschädliche Verrichtungen, Vornahme in abgesonderten Räumen 166.
Gewebefilter 370, 426.
Gewerbeaufsicht 8, 1036.
Gewerbehygienische Ausstellungen 9.
Gewerbeordnung, Bestimmungen über Arbeiterschutz 163, 1011.
Gichtgase 731.
Gichtverschlüsse 732.
Giesser 130.
Giessfieber 114.
Giftfarben, Verwendung im Färbereibetriebe 968.
Gipsbrennerei 813.
Gipsstaub 73, 83.
Glanzlederfabrikation 933.
Glasieren des Porzellans 829.
Glasindustrie 80, 89, 96, 129, 132, 813, 1026.
Glaspapierfabrikation 943.
Glasschleiferei 59, 80, 420, 818.
Glassorten, Lichtabsorption durch die verschiedenen 247.
Glockengiessereien 172.
Glover-Turm 852.
Glühlampenfabriken 799, 1026.
Glühlichtbeleuchtung 272.
Glyzerin 922.
Göpelwerke 535.
Goldscheidung 775.
Goldschmiede 775.
Gold- und Metallschlägerei 777.
Gräbereien 1025.
Granatschleifer 96.
Graphitstaub 66.
Graveure 133, 136.
Grelles Licht 130, 724, 791.
Griesputzerei 69.
Griffler 807.
Grubenabortanlagen 452.
Grubenexplosionen 439.
Grünspanfabrikation 87.
Grundrissgestaltung der Fabrikgebäude 166.
Gummiwaarenfabriken 113, 1029.
Gussputzmaschinen 759.
Guttapercha 922.

H.

Haararbeiter 95.
Haarschneiderei 74, 116, 972.
Haarstaub 74.
Haderndrescher 404.
Hadernkrankheit 125.
Hängen der Gichten 730.
Hakenhand der Glasmacher 132, 816.
Hammerschmieden 791.
Hammerwerke 771, 1031.
Handweberei 961.
Hanfseiltriebe 547.
Hanfstaub 69.
Hartgipsdielen 196, 199, 204, 219.
Harze 922.
Harzgewinnungs- und -Verarbeitungsanlagen 172, 176.
Hasenhaarschneiderei 74, 116, 972.

Hautausdünstung, Luftverschlechterung durch 30.
Hautkrankheiten 126.
Hautschwielen 133.
Heber zum Ansaugen ätzender Flüssigkeiten 840.
Hebezeuge 658.
Hechelfieber 69.
Hecheln des Flachses 954, 1031.
Heissluftmotoren 537.
Heizer 135.
Heizkörper 331.
Heizung der Arbeitsräume 308.
— mit teilweisem Luftumlauf 340.
Heizungsmaterial, Aufbewahrung 176.
Himmelsrichtung der Fenster 250.
Hochdruck-Dampfheizung 325.
Hochofenbetrieb 728.
Höhe der Fabrikgebäude 164.
Hofräume von Fabriken und gewerblichen Anlagen 175.
Holzbearbeitungsanlagen 422, 425, 924.
Holzbleicherei 104.
Holzessig 912.
Holzgeist 912.
Holzkohle 911.
Holzkohlenstaub 71.
Holzpflaster 207.
Holzstaub 70.
Holz- und Strohstofffabrikation 936.
Holzzementdächer 215.
Holzzerkleinerungsmaschinen 936.
Hopfenschwefeldarren 103, 1001.
Hornstaub 67.
Hülsenkupplungen 565.
Hüttenarbeiter 131, 721.
Hüttenkrätze 127.
Hüttenrauch 724.
Hutmacherei 116. 974.
Hutschleiferei 420.
Hydraulische Aufzüge 711.
Hydraulische Krahne 688.
Hydraulische Winden 666.
Hygrometer 368.

I.

Imprägnierungsmittel, feuersichere 285.
Infektionskrankheiten 926, 930, 934, 975, 978.
Injektoren 526.
Isolierung von Gebäuden gegen den Untergrund 201.

J.

Jacquardweber 95, 963.
Jutearbeiter 128, 421.
Jutestaub 69.

K.

Kälteerzeugungsmaschinen 996.
Kaffeebrennereien 1005.
Kaffeekochapparate 484.
Kaisergelb 129.
Kaliblaufärberei 113.
Kaliumchloratfabrikation 846.
Kaliumeisencyanür 865.
Kalkbrennerei 812.
Kalköfen der Zuckerfabriken 991.
Kalkreinigungsverfahren bei der Leuchtgasfabrikation 915.
Kalkstein 84.
Kammersäure 852.
Kammfabriken 420.
Kampagnearbeit der Zuckerindustrie 985.
Kanalheizung 311.
Karbonisieren der Kunstwolle 957.
Karbonisieren der Wolle 950.
Karburierung schwach leuchtender Gasarten 268, 916.
Karden, Staubverhütung an 421, 954.
Kattundrucker 96, 102, 109.
Kautabakfabrikation 1010, 1025.
Kautschuk 922.
Keilnasen 585.
Kesselexplosionen 507.
Kesselhäuser 534.
Kesselschmieden 789.
Kesselsteinverhütung 532.
Kesselwärter 535.
Ketten und Kettenrollen 659.
Kiesellunge 76.
Kieselstaub 56, 76.
Kinder, gesetzliche Vorschriften zum Schutze der 1026.
Klauenkupplungen 568.
Klopfwölfe 404.
Knallquecksilber 895.
Knochenkohle, Wiederbelebung der 992.

Knochenmehlfabrikation 907.
Knochenmühlen 67.
Knochensortieren 126.
Knopffabrikation 71.
Kobalt 99.
Kocheinrichtungen 483.
Körperhaltung 134.
Kohlenoxyd 111, 726.
Kohlensäurebestimmung der Luft 368.
Kohlensäuregehalt der Atmungsluft 22, 34, 182.
Kohlensäurevergiftung 111, 991, 996, 1004.
Kohlenstaub 56, 71, 756.
Kohlenstoff 111.
Koksgewinnung 913, 1030.
Kollodiumwolle 898.
Konfektionsindustrie 975.
Konverter, Sicherheitsvorrichtungen an 761.
Konzessionierungswesen, zuständige Behörden 1032.
Konzessionverfahren, allgemeine Grundsätze 1033.
Korbmacherei 926.
Korkpfropfenfabriken 176.
Kornstaub 70.
Kotzenfabriken 67.
Krätze 123.
Krahne 681.
Krampfadern 135.
Krappwurzelstaub 66.
Kratzen, Staubverhütung an 952.
Kreideabbau 1026.
Kühlung der Arbeitsräume 385.
Künstliche Blumen 976.
Kugelmühlen 410.
Kunsteisfabrikation 104.
Kunstwollindustrie 67, 102, 406, 956.
Kupellation 776.
Kupferhütten 745.
Kupferstaub 87.
Kupferstecher 130.
Kupfervergiftung 99.
Kupolofengase 757.
Kupplungen 564, 584.
Kurbeln 672.

L.

Lackfabriken 96, 172.
Lackierer 96.
Lacklederfabrikation 933.
Lampenkonstruktionen 257.
Landesgesetzliche Bestimmungen zur Durchführung der Gewerbeordnung 1016.
Latrinengase 104.
Lattenroste 209.
Laufbrücken 240.
Laufkrahne 687.
Lederindustrie 929.
Leimfabrikation 172, 909.
Leinenstoffbedachung 216.
Leitern 598.
Leuchtgaserzeugung 104, 173, 914, 1024.
Lichtbedarf für Arbeitsräume 245.
Lichtmenge verschiedenartiger Leuchtmaterialien 261.
Lichtstärke elektrischer Lampen 276.
Lithographen 130, 136, 946.
Lockfeuer 343.
Lodenstaub 67.
Lohgerberei 113.
Lohmühlenstaub 71.
Lokomotivführer 131.
Lüften des Getreides 980.
Lüftersteine 341.
Lüftung der Arbeitsräume 338.
— natürliche 339.
Lüftungsanlagen 357.
Lüftungsfenster 342.
Lüftungsgitter 342.
Luft, Untersuchung auf Mikroorganismen 369.
Luftbedarf des Menschen 20.
— in Arbeitsräumen 33.
Luftbefeuchtung 373, 394, 952.
Luftbeschaffenheit, Einwirkung auf den Arbeiter 16.
Luftdurchlässigkeit der Baumaterialien 190.
Lufteinlasskästen 345.
Luftentnahmestellen 369.
Luftfeuchtigkeit 373.
— Einfluss auf den Menschen 31.
Luftfiltration 370.
Luftgeschwindigkeit, Messung der 367.
Luftheizung 317.
Luftkammern 370.
Luftprüfung 368.
Luftraum und Luftwechsel in Fabrikräumen 6, 177.

Luftschornsteine 221.
Luftstrahlgebläse 353.
Luftverunreinigungsquellen 22.
Luftwaschung 370.
Luftwechsel in Arbeitsräumen 184.
Luken 239, 718.
Lumpensortierer 123, 403, 934, 956.
Lumpensortiererkrankheit 125.
Lumpenstaub 74.
Lungenschwindsucht, Zusammenhang mit Staubeinatmung 57.
Luxuspapierfabrikation 943, 948.

M.

Mälzerei 998.
Maler und Anstreicher 875.
Malzdarren 999.
Manometer 528.
Mantelöfen 315.
Marmorstaub 84.
Martiusgelb 129.
Maschinenbau, Rücksichtnahme auf die Unfallverhütung 11.
Maschinenfabriken 789.
Maschinisten 135.
Massikot 93, 869.
Mehlstaub 66.
Melasseverarbeitung 992.
Mennige 93, 869.
Messerschmiede 86.
Messingfabrikation 110.
Messingfieber 114, 779.
Messinggiesserei 779.
Messingstaub 87.
Messing- und Bronzewaarenfabriken 778.
Metallarbeiter 128.
Metallbearbeitungsanlagen 172.
Metallbrennereien 780, 1026.
Metalldächer 217.
Metallgiessereien 779.
Metallschleifer 86.
Metallurgische Industrie 721.
Metallwaarenfabriken 420.
Methylalkohol 912.
Milzbrand 125, 926, 930, 934.
Mineraldünger 906.
Mineralischer Staub 73.
Mineralölindustrie 916.
Mineralwasserfabriken 1026.
Mischmaschinen 417.
Möbelpolierer 128.
Monierdächer 220.
Monierdecken 205.
Monierwände 197.
Motoren, Unfallgefahr der 143, 149.
Mühlenexplosionen 439.
Mühlenindustrie 172, 435, 978.
Mühlsteinbearbeitung 129, 980.
Musiker 129.
Muskelhypertrophie 132.

N.

Nachtblindheit 131.
Nadelschleifer 86, 419.
Nähmaschinenarbeiterinnen 975.
Nahrungsmittelindustrie 979.
Naphthalin 121, 888.
Nasenkeile 585.
Nassrauhen der Wollstoffe 964.
Nassspinnerei 955.
Nebenräume von Fabrikanlagen 170.
Nickel 99.
Nickelgewinnung 754.
Niederdruck-Dampfheizung 325.
Nitröse Gase 852.
Nitrobenzol 118, 886.
Nitroglyzerin 118, 892, 1024.
Nitrozellulose 897.
Normalunfallverhütungsvorschriften 7, 147.
Notausrückungen 640.
Nottreppen 232.
Nystagmus der Bergleute 131.

O.

Oberlichtfenster 247, 252.
Öfen 312.
Ölbeleuchtung 256.
Ölfarbenbereitung 875.
Ölfirniss 920.
Ölgasbereitung 917.
Ölgewinnungs- und -Verarbeitungsanlagen 172, 176.
Ofenfabriken 1028.
Ohrenleiden 131.
Organische Farbstoffe, Fabrikation 885.
Ortspolizeibehörden im Sinne der Gewerbeordnung 1016.

P.

Paeonin 129.
Palmöl 919.
Papierindustrie 96, 933.
Pappdächer 214.
Paraffinfabriken 127, 917.
Paraffinkrätze 918.
Patronenfabriken 97.
Perlmutterdrechsler 84, 128, 925.
Permanentweiss 83.
Persönliche Ausrüstung der Arbeiter 722.
Petroleum 917.
Petroleumbeleuchtung 257.
Petroleummotoren 537.
Petroleumraffinerieen 127.
Pferdehaararbeiter 125, 927, 974.
Phenol 890.
Phosphor 105.
Phosphorgewinnung 899.
Phosphorite 906, 1026.
Phosphornekrose 106.
Phosphorzündwaaren 84, 89, 172, 900, 1019, 1025.
Physikalische Instrumente, Fabriken zur Anfertigung 798.
Pikrinsäure 121, 890.
Pinselindustrie 125, 926.
Plättereibetrieb 976.
Plattfuss 135.
Pneumonokoniosen 41.
Pocken 934.
Podeste 244.
Polieranstalten 419, 425.
Porosität der Baumaterialien 191.
Porzellanindustrie 79, 95, 96, 132, 134, 828.
Porzellanmaler 832.
Poudrettefabrikation 908.
Präzisionsmechaniker 130.
Probierhähne und Probierventile 516.
Psychrometer 368.
Puddelwerke 767.
Pulsionslüftung 342.
Pulverisiermühlen 415.
Pyridin 121, 128.

Q.

Quecksilber 114.
Quecksilberdämpfe, Nachweis der 752.
Quecksilbergewinnung 750.
Quecksilbervergiftung 776, 798, 799, 821, 895, 897, 973.

R.

Rabitzwände 199.
Radgebläse 348.
Rampen 233.
Rauchloses Pulver 105.
Rauchschutzapparate 503, 839.
Rauchtabak, Herstellung des 1008.
Rauchverhütung 336.
Rauhen der Baumwollstoffe 966.
— der Wollstoffe 964.
Regenerativbrenner 261.
Regulierung der Heizungsanlagen 332.
Regulierung der Lüftungsanlagen 366.
Reibungskupplungen 574.
Reinigen von Materialien 403.
Reinigen von Triebwerksteilen 600.
Reinigungsarbeiten in Gasleitungen 733.
Respiratoren 393, 497.
Rettungsvorrichtungen bei Feuersgefahr 299.
Rheumatismus 131.
Riemaufleger 614.
Riemausrückvorrichtungen 626.
Riemscheiben 546.
Riemspanner 609.
Riemträger 611.
Riemverbindungen 603.
Riem- und Seiltriebe 590.
Roburit 894.
Röhrenluftfilter 436.
Rösten des Flachses 953, 972.
Roheisen, Verarbeitung 755.
Rohhäute, Verkehr mit ausländischen 930.
Rohrleger 97.
Rohrleitungen der Gasbeleuchtung 262.
Rosshaararbeiter 125, 927, 974.
Rosshaarstaub 74.
Russ 66.
Russfabriken 439.

S.

Sackaufzüge 717.
Sackreinigungsmaschinen 406.
Säuretransport 841, 858.
Säureverätzungen 840.
Salpetersäure 105, 780, 852, 857.

Salpetrige Säure 105, 780.
Salzsäure 102, 787.
Salzsäurefabrikation 860.
Sammel- oder Zentralheizung 316.
Sammettapetenfabrikation 67.
Sammetweber 134.
Sandsteinarbeiter 132.
Sandsteinstaub 76.
Sandstrahlgebläse 759, 818.
Sattler 74.
Saugköpfe 345.
Sauglüftung 342.
Schalenkupplungen 566.
Scheeren des Tuches 964.
Scheibenkupplungen 565.
Schiebethüren 236.
Schieferarbeiter 79, 80.
Schieferbrucharbeiter 809.
Schiefergriffelarbeiter 807.
Schiessbaumwolle 897.
Schiesspulverfabriken 176, 891, 1024.
Schildpattstaub 75.
Schimmelpilze 124.
Schlacken, Beseitigung 734.
Schlacken, Lagerung 176.
Schlacken, Granulation 734.
Schlagende Wetter 111.
Schlagmaschinen in Baumwollspinnereien 406, 951.
Schlagwetterkommission 440.
Schleifasthma 85.
Schleifereibetriebe 396, 418, 793, 818, 1025.
Schleifstaub 56.
Schleimbeutel 133.
Schleudergebläse 348.
Schlosser 131, 135, 792.
Schlotaufsätze 345.
Schmiede 131, 132, 135.
Schmieren von Triebwerksteilen 601.
Schmiervorrichtungen 541, 549.
Schmirgelmühlen 811.
Schmirgelpapierfabrikation 943.
Schneider 136.
Schnitter 133.
Schornsteinfegerkrebs 127.
Schraubenradgebläse 348.
Schraubenwinden 666.
Schrauben-, Muttern- u. Nietenfabriken 797.
Schriftgiesser 97, 420, 943.
Schriftsetzer 97, 135, 944.
Schrotfabrikation 784.
Schüttöffnungen 239.
Schützenfänger 962.
Schuhmacher 136.
Schusterbrust 132.
Schutzbrillen u. Schutzmasken 490, 723, 839.
Schutzgeländer für Behälter von heissen und ätzenden Flüssigkeiten 841.
Schutzhülsen für Wasserstandsgläser 511.
Schutzvorrichtungen, automatische 141.
Schwarzpulverfabrikation 111.
Schwarzspucken 72.
Schwedische Zündhölzer 905.
Schwefelgewinnung 848.
Schwefelkohlenstoff 112, 855, 923.
Schwefelmühlen 176.
Schwefeln des Hopfens 103, 1001.
— des Malzes 1000.
Schwefelsäure 774, 783, 787, 851, 861.
Schwefelsäureanhydrid 855.
Schwefelsäuremonohydrat 855.
Schwefelwasserstoff 104, 855, 859, 918.
Schweflige Säure 103, 725, 736, 775, 849, 852, 861, 885, 917, 926, 939, 1000, 1001.
Schwerspat 83, 89.
Schwimmer zur Erkennung des Wasserstandes in Dampfkesseln 517.
Schwungkugelregulatoren, Schutzvorrichtungen an 539.
Schwungräder, Schutzvorrichtungen an 538.
Sehnenscheidenentzündung 132.
Seidenarbeiter 128.
Seidenstaub 67.
Seidensticker 134.
Seidenweber 132, 133.
Seifenfabrikation 921.
Seilereien 173.
Seilspanner 609.
Seilverbindungen 609.
Selbstentzündung von Spinnereiabfällen 960.
Sengen der Baumwolle 966.
Sheddachkonstruktionen 211, 219, 252.
Sicherheitskurbeln 672.
Sicherheitslampen 839.
Sicherheitsventile 530.
Siderosis 85, 129.
Sieben von Materialien 417.
Siemens-Martin-Verfahren 759.

Silberarbeiter 129.
Silbergewinnung 749.
Silberspiegelbelegen 827.
Siliciumoxyde 76.
Sitzende Stellung 136.
Sortieren von Materialien 403.
Speisehausanlagen 476.
Speiserufer 520.
Speisevorrichtungen für Dampfkessel 525.
Spiegelbelegen 115, 821, 1024.
Spinnerei 421, 950.
Spinnereiabfälle, Selbstentzündbarkeit 960.
Spiritusfabrikation 1004.
Sprengstofffabrikation 890.
Stärkemehlfabrikation 983.
Stärkezuckerfabrikation 984.
Stahlindustrie 755.
Staub, Einfluss auf die Atmungsorgane 37.
Staubabsaugung 398.
Staubarten 44.
Staubexplosionen 439.
Staubfilter 426.
Staubfiltration m. teilweisem Luftumlauf 435.
Staubgehalt der Luft, Messung 368.
Staubkammern 727.
Staubkrankheiten 53.
Staubsammler 426.
Staubverhütung 391.
Stearinfabrikation 921.
Stearinsäurefabrikation 118.
Steinbrucharbeiter 81, 805, 1025.
Steindruckerei 947.
Steinklopfer 806.
Steinkohle, trockene Destillation 913.
Steinkohlenbergwerke 1030.
Steinkohlenstaub 71.
Steinmetzen und Steinbildhauer 61, 76, 129, 806.
Stellringe 586.
Steuerungseinrichtungen an Aufzügen 706.
Strahlenpilz 123.
Strahlgebläse 352.
Strohhutfabriken 96.
Strohstofffabrikation 936.
Strumpfwirker 67.
Sulfatfabrikation 860.
Sulfitverfahren der Zellulosedarstellung 939.
Sumpffieber 125.
Syphilis der Glasbläser 815, 817.

T.

Tabakindustrie 406, 417, 435, 1008, 1025.
Tabaklunge 101.
Tabakstaub 56, 66, 99.
Tafelschieferindustrie 809.
Tagesbeleuchtung 245.
Talgschmelzerei 919.
Tapetenfabrikation 133, 942.
Tapezierer 74.
Technik, Fortschritte auf gewerbehygienischem Gebiete 9.
Teerdestillation 918.
Teerkrätze 127, 918.
Temperatur der Arbeitsräume 309.
Temperaturen, Einwirkung hoher 724, 989.
Temperaturwechsel 131.
Teppichklopfen 74.
Terpentinöl 121.
Terpentinölfirniss 920.
Textilindustrie 435, 949.
Thomasschlackenindustrie 88, 407, 765.
Thonwaarenindustrie 95, 833, 1025.
Thore 335.
Thüren 235.
Thürverschlüsse an Aufzügen 706.
Tiegelgiessereien 780.
Tierhaarfabriken 927, 1028.
Tierhäute, Trocknen und Einsalzen ungegerbter 929.
Tischler 132, 135, 422, 925.
Töpferei 79. 132.
Toluidin 120.
Tonnenabortanlagen 454.
Torfmullklosetts 454.
Transmissionen, Unfallgefahr der 143, 150.
Transport ätzender Flüssigkeiten 841, 858.
Transport von Materialien, Staubverhütung 400.
Transportrichtung der Arbeitsstücke 169.
Treppen 223.
Treppenbeleuchtung 270.
Triebwellen 546.
Trinitrophenol 121.
Trinkwasserbeschaffung 485.
Trocknung der Luft 384.
Trommlerlähmung 133.
Tuberkulose, Zusammenhang mit Staubeinathmung 57.
Tuchmacher 132.

Tuchscheerer 132.
Tuchscheererei 964.
Türkischrotfärberei 109.
Turbinen 537.

U.

Überanstrengung 722.
Uhrmacher 130, 136, 798.
Ultramarinfabrikation 883.
Ultramarinstaub 73.
Umkleideräume 459.
Unfälle, Ursachen 143.
Unfälle, unvermeidbare 141.
Unfallstatistik 7, 141.
Unfallverhütung, Beziehungen zum Maschinenbau 11.
Unfallverhütung, berufsgenossenschaftliche Organisationen zur 1034.
Unfallverhütung, Erfolge 155.
Unfallverhütung, Ziele 154.
Untersalpetersäure 780.
Unverbrennliche Materialien 286.

V.

Vanillekrätze 123.
Vegetabilischer Staub 68.
Verätzungen 840, 864.
Verbindungsbrücken 244.
Verbrennungen 130, 722, 763, 840, 944.
Verbrühungen 967.
Vergolder 128, 776.
Verkokung der Steinkohle 913.
Verpackung von Materialien 400.
Verwaltungsbehörden, höhere, im Sinne der Gewerbeordnung 1016.
Verzinkungsanstalten 788.
Verzinnungsanstalten 787.
Vornübergebeugte Stellung 136.

W.

Wachstucharbeiter 96.
Wände aus Hartgipsdielen 196.
Wärmebedarf der Arbeitsräume 308.
Wärmeschutzmasse 389.
Wärmvorrichtungen für Speisen 478.
Wagenfabriken- und Reparaturwerkstätten 422.
Walker 128.
Walzwerke 772, 1031.
Wannenbäder 471.
Waschfrauen 133.
Wascheinrichtungen 460.
Waschkauen 473.
Wasserdampf, Belästigung durch denselben in Färbereien 968.
Wassergas 259, 915.
Wasserheizung 322.
Wasserklosetts 452.
Wasserkrätze 128.
Wasserluftheizung 318.
Wasserräder 535.
Wasserstandsgläser 510.
Wassersterilisationsapparate 485
Wasserstrahlgebläse 353.
Wattenfabriken 172.
Weber 130, 961.
Webereien, Staubbeseitigung 438.
Weingeistfirniss 920.
Weissgerberei 109, 125, 128.
Wellen und Wellenverbindungen 579.
Wellenlager 548.
Winden 664, 667.
Windmotoren 537.
Winzer 133.
Witherit 83.
Wollbleicherei 104.
Wollenweber 134.
Wollkrempel, Staubverhütung an 950.
Wollspinnerei 950.
Wollstaub 66.
Wollwäscherei 950.
Wollwäschereiabwässer 970.
Wrasenabzüge in Färbereien 968.

X.

Xylolith 200, 209.

Z.

Zahnkupplungen 572.
Zahnräder 546, 588.
Zelluloid 898.
Zellulose 937.
Zementfabrikation 79, 82, 400, 401, 415, 811.
Zentralheizung 316.
Zerkleinerung von Materialien 407.
Zeugdruckerei 109.
Zichorienfabriken 1007, 1030.
Zichorienwurzelstaub 66.

Ziegelarbeiter 122, 132, 835, 1031.
Zigarrenindustrie 133, 179, 1008, 1023, 1025.
Zigarrenkistenfabriken 397.
Zink 113.
Zinkerzwerke 1030.
Zinkfieber 114.
Zinkgewinnung 76.
Zinkhütten 741.
Zinkoxydstaub 87, 129.
Zinnbergwerke 76.
Zuckercouleur 985.
Zuckerindustrie 84, 89, 172. 985, 1030.
Zuckerkrätze 127, 993.
Zündholzindustrie 104, 106, 169, 179, 900, 1019, 1025.
Zwirnfabrikation 66.

Verlag von Robert Oppenheim (Gustav Schmidt) in Berlin S. W. 46.

Musterstätten

persönlicher Fürsorge von Arbeitgebern

für ihre Geschäftsangehörigen

Von

Dr. Jul. Post,

Geh. Ober-Regierungs- und vortr. Rat im Königl. Preuss. Ministerium für Handel und Gewerbe zu Berlin

und

Dr. H. Albrecht,

Gr-Lichterfelde.

Bd. I. **Die Kinder und jugendlichen Arbeiter.** ca. 400 Seiten mit vielen Abbildungen. Geheftet M. 10.—, gebunden M. 11.50.

Inhalt:

Erster Teil: **Fünf Briefe an einen Arbeitgeber.**

Zweiter Teil: **Beschreibung einzelner Musterstätten.**

I. Die Kinder. a. Säuglinge (und Wöchnerinnen). b. Jüngere Kinder (vor der Schule). c. Schulkinder.

II. Die jungen Mädchen. a. Mädchenheime. b. Hauswirtschaftlicher Unterricht.

III. Die jungen Burschen. a. Umfassende Fürsorge. b. Fürsorge in einzelnen Richtungen.

Bd. II. **Die erwachsenen Arbeiter.** ca. 1000 Seiten mit vielen Abbildungen. Geheftet M. 24.—, gebunden M. 26.—.

Inhalt:

Erster Teil: **Neun Briefe an einen Arbeitgeber.**

Zweiter Teil: **Beschreibung einzelner Musterstätten.**

I. Arbeiterausschüsse. II. Arbeitsordnungen. III. Lohnform und Verwandtes. IV. Arbeitsstätte. V. Wohnung. VI. Ernährung und Beschaffung von Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen. VII. Sparwesen. VIII. Unterstützungswesen. IX. Erholung.

Jedem Arbeitgeber sei dieses Werk als ein Leitfaden der gewerblichen Wohlfahrtstechnik warm empfohlen.

Verlag von Robert Oppenheim (Gustav Schmidt) in Berlin S. W. 46.

Statik und Festigkeitslehre

in ihrer Anwendung auf Baukonstruktionen.

Analytisch und graphisch behandelt

von

E. Claufsen,

Königl. Regierungsbaumeister und Gewerbe-Inspektor in Nienburg a. H.

ca. 300 Seiten in gr. 8° mit ca. 300 Figuren und vielen praktischen Beispielen.
Preis geh. M. 7.50, in Ganzleinen geb. M. 8.50.

Lehrbuch der Technischen Chemie

von

Dr. H. Ost,

Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover.

2. verbesserte Auflage.

Mit 206 Figuren im Text und 6 Tafeln. — Preis geh. M. 12.—, geb. M. 14.—.

Handbuch der stickstoffhaltigen Orthokondensationsprodukte

von

Dr. Otto Kühling,

Privatdozent an der Technischen Hochschule zu Berlin.

ca. 640 Seiten gr. 8°.
Preis geh. M. 14.—, in Halbfranzband M. 16.—.

Darstellung von Chlor und Salzsäure

unabhängig von der Leblanc-Soda-Industrie.

Eine Zusammenstellung der in Vorschlag gebrachten Verfahren

von

Nikodem Caro,

Diplom. Chemiker.

ca. 130 Seiten in gr. 8° mit 33 Figuren. Preis M. 3.—.

Praktische Spektralanalyse

irdischer Stoffe.

Anleitung zur Benutzung der Spektralapparate in der qualitativen und quantitativen chemischen Analyse organischer und unorganischer Körper, im Hüttenwesen, bei der Prüfung von Mineralien, Farbstoffen, Arzneimitteln, Nahrungsmitteln, bei physikalischen und physiologischen Untersuchungen u. s. w.

Von

Dr. H. W. Vogel,

Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin.

Zweite, vollständig umgearbeitete, verbesserte und vermehrte Auflage.

I. Teil: Qualitative Spektralanalyse.

Mit 194 Holzstichen und 5 Tafeln. — Preis geh. M. 11.50, geb. M. 13.—.

Im Verlage von **Robert Oppenheim (Gustav Schmidt), Berlin S. W. 46** wird im Frühjahr 1896 erscheinen:

Das Arbeiterwohnhaus.

Pläne von Arbeiterwohnhäusern und Ratschläge zum Entwerfen von solchen auf Grund praktischer Erfahrungen

von

Dr. H. Albrecht, Gr.-Lichterfelde, und **Prof. A. Messel,** Architekt u. Lehrer a. d. Königl. Kunstgewerbeschule, Berlin.

12 Tafeln mit Text in Mappe.

Preis etwa 8 Mark.

Die Veröffentlichung verfolgt den Zweck, dem Arbeitgeber, der für seine Arbeiter Wohnhäuser herstellen will, sowie gemeinnützigen Baugesellschaften und Baugenossenschaften für die unmittelbare praktische Verwertung die Erfahrungen zugänglich zu machen, die bis jetzt auf dem Gebiete des Baues von Arbeiterwohnungen gemacht sind. Neben Grundrissen und Façaden ausgeführter und bewährter Arbeiterwohnhäuser vom ländlichen Einfamilienhause bis zum mehrgeschossigen städtischen Wohnhause bringt die Schrift Anhaltspunkte für die generelle und spezielle Kostenberechnung, für die Aufstellung von Submissionsbedingungen und Verträgen und ähnliche praktische Ratschläge, um den Bau von Arbeiterwohnungen so billig und zweckmässig wie möglich zu gestalten.

Vorausbestellungen nimmt jede Buchhandlung entgegen.

Druck von Oscar Brandstetter in Leipzig.

L. GÖLLER
BAMBERG.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Handbuch der praktischen Gewerbehygiene mit besonderer Berücksichtigung derUnfallverhütung

Berlin 1896

Bamberg, Staatsbibliothek -- Hyg.o.111-eb
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11837694-7